



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**ELABORACIÓN DE UN PAQUETE ESTADÍSTICO DE DISEÑO
EXPERIMENTAL EN LA FACULTAD DE INGENIERIA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO**

AUTOR:

MARCELO ISMAEL JURADO POVEDA

DIRECTOR:

ING. RAÚL BARRAGÁN CADENA Msc.

IBARRA- ECUADOR

2012

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**ELABORACIÓN DE UN PAQUETE ESTADÍSTICO DE DISEÑO
EXPERIMENTAL EN LA FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

Tesis revisada por el director, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

Ing. Raúl Barragán Cadena MSc.

Director de Tesis.

Ing. Marco Cahueñas.

Miembro del Tribunal Calificador.

Ing. María Vizcaíno.

Miembro del Tribunal Calificador.

Ing. Guillermo Beltrán.

Miembro del Tribunal Calificador.

Ibarra- Ecuador

2012

DEDICATORIA

La vida está llena de sueños, metas y objetivos por cumplir y que grato es saber que cuentas con el apoyo de personas que contribuyen a alcanzarlo. Este trabajo se lo dedico a Dios por ser la luz que ilumina mi vida, por haber permitido que conozca personas esenciales que han sido el eje fundamental de mi formación personal y profesional.

En forma muy especial quiero dedicar este trabajo a mis padres Marcelo y Sonia porque creyeron en mí y porque me impulsaron a seguir adelante dando ejemplos dignos de superación y entrega, los quiero a los dos.

A mi hermano Santiago por haberme soportado y estar conmigo en los buenos y malos momentos, compartiendo juntos gratos momentos de mi vida.

A mi novia Naty, por ser mi complemento y siempre estar a mi lado brindándome su amor, apoyo incondicional y darle sentido a mi vida, te Amo!

Marcelo Ismael Jurado Poveda.

AGRADECIMIENTO

Al culminar una etapa tan importante de mi vida, quiero expresar mi agradecimiento profundo y sincero a Dios por convertirse en la luz y guía en mi camino, a todos quienes de una u otra manera han contribuido al desarrollo de este trabajo en especial a mis padres quienes han sido el soporte fundamental en mi vida.

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Escuela de Ing. Agropecuaria, a mis maestros universitarios, de manera especial a mi director de tesis Ing. Raúl Barragán por haberme brindado sus conocimientos y guía; de igual manera le agradezco al Ing. Marcelo Jurado Ávila (mi padre) docente de la FICA con quien hombro a hombro y madrugada tras madrugada me ayudó con la parte de la programación fase que requiere de una persona experta en el tema de la informática.

Marcelo Ismael Jurado Poveda.

INDICE GENERAL

PORTADA

APROBACIÓN	i
-------------------------	----------

DEDICATORIA	ii
--------------------------	-----------

AGRADECIMIENTO	iii
-----------------------------	------------

INDICE GENERAL	iv
-----------------------------	-----------

CAPÍTULO I	1
-------------------------	----------

1. INTRODUCCIÓN	1
------------------------------	----------

1.1. El Problema	1
------------------------	---

1.2 Justificación.....	2
------------------------	---

1.3 Objetivos	2
---------------------	---

1.3.1 Objetivo General	2
------------------------------	---

1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
----------------------------------	---

1.4 Pregunta Directriz.	3
------------------------------	---

CAPÍTULO II	4
--------------------------	----------

2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
---------------------------------------	----------

2.1 Historia de la Computadora	4
--------------------------------------	---

2.2 Concepto de Informática	4
-----------------------------------	---

2.3 El Software.....	5
----------------------	---

2.3.1 Tipos de Software	6
-------------------------------	---

2.4 Software de estadística.....	9
----------------------------------	---

CAPÍTULO III.....	13
--------------------------	-----------

3. MATERIALES Y MÉTODOS	13
--------------------------------------	-----------

3.1 Caracterización del Área de Estudio	13
---	----

3.2 Materiales y Equipos.....	13
-------------------------------	----

3.2.1 Materiales	13
------------------------	----

3.2.2 Equipo	14
--------------------	----

3.3 Metodología de la investigación	14
---	----

3.3.1 Tratamiento de la Información.....	16
--	----

3.3.1.1 Análisis de los Diseños Experimentales.	16
--	----

3.3.2 Programación.	17
--------------------------	----

3.3.3 Validación	17
------------------------	----

3.3.4 Diseño del software.....	18
3.3.5 Elaboración del manual de usuario y de instalación.	18
4. RESULTADOS.....	19
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23
5.1. Conclusiones	23
5.2 Recomendaciones.....	25
RESUMEN.....	26
GLOSARIO	28
BIBLIOGRAFÍA.....	33
ANEXOS	35
ANEXO A Manual de usuario	36
ANEXO B Manual de Instalación.....	99

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. El Problema

En la mayoría de las investigaciones en las que se han aplicado métodos estadísticos, los resultados han sido excelentes, debido a que estas herramientas han permitido manejar la información de una manera ordenada y sistemática.

Inicialmente esta metodología fue muy utilizada en el campo agrícola sin embargo con el transcurso del tiempo su uso se ha generalizado a otras ingenierías y en general se podría decir en todas las ramas de la ciencia. Anteriormente el procesamiento de los datos obtenidos en los diferentes experimentos se los realizaba en forma manual, lo que resultaba muy complicado y además existía el riesgo de la existencia de errores, lo que incidía notablemente en la interpretación de los resultados.

Como respuesta a aquello y con la evolución de las ciencias computacionales se han ido creando paquetes estadísticos que realizan todo tipo de cálculos con lo que se ha reducido notablemente las dificultades en los cálculos, como también se ha eliminado la existencia de errores y el ahorro del recurso tiempo. Lamentablemente estos paquetes estadísticos se han elaborado en otros países y en la mayoría de veces en otros idiomas, además en muchos casos el costo es elevado.

1.2 Justificación

En vista de lo señalado anteriormente se consideró necesario elaborar un paquete estadístico didáctico que sea accesible y cumpla con las necesidades tanto de profesores, estudiantes e investigadores que de alguna manera estén vinculados con la aplicación de los diseños experimentales, tanto en la enseñanza como en la investigación. De esta manera se dispondría de una herramienta muy importante en todas las áreas en donde se realiza trabajos de experimentación.

Considerando además que esta ayuda sería de mucho valor. Por lo que fue necesario elaborar un paquete estadístico que tenga como característica principal la de ser didáctico y de fácil manejo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar y elaborar un paquete estadístico didáctico para ser aplicado en la cátedra de diseño experimental.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Elaborar un paquete estadístico que contenga cada uno de los diseños que se estudia en la materia Diseño Experimental como son: Pruebas de t, DCA (Diseño completamente al azar), DBCA (Diseño de bloques completamente al azar), DCL (Diseño Cuadrado Latino) Arreglos Factoriales, Parcelas Divididas, Parcelas Subdivididas y Bloques Divididos.

2. Elaborar un paquete didáctico que permita trabajar con las pruebas de significación, comparaciones ortogonales y polinomios ortogonales tanto para los Experimentos Simples como para los Factoriales.

3. Incluir en el paquete estadístico las pruebas de Kruskal - Wallis y la prueba de Friedman como diseños aplicados a la estadística no paramétrica.

4. Validar el paquete estadístico.

5. Realizar un manual de usuario y de instalación.

1.4 Pregunta Directriz.

¿El paquete estadístico didáctico elaborado ayudará a desarrollar los temas contemplados en el curso de Diseño Experimental que se dicta en la carrera de Ingeniería Agropecuaria?

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Historia de la Computadora

El hombre siempre ha tenido la necesidad de crear medios para hacer cálculos y formas de procesar información. Valiéndose de instrumentos para realizar cálculos y para almacenar y procesar información. La primera herramienta que servía para contar y al mismo tiempo para representar las cantidades contadas fueron los dedos, desde entonces hasta el uso de los ordenadores han sido muchos los instrumentos utilizados (entre los que se puede destacar el ábaco por ser uno de los más antiguos) (Norton, Peter 2006, Introducción a la computación. España: Ed. Mc Graw Hill,).

2.2 Concepto de Informática

La Informática es la ciencia que estudia el tratamiento automático de la información mediante el uso de ordenadores.

El término informática proviene de la unión de dos palabras:

INFORMÁTICA = INFORmación + autoMÁTICA.

La información es toda comunicación que tiene un cierto valor. Y ésta puede presentarse de diversas maneras: las palabras, los números, los símbolos, las figuras, las señales o de cualquier forma siempre que comunique algo.

INFORmación = cualquier dato que pueda comunicarse

Con el tratamiento automático de la información, se refiere a: Crear, almacenar, editar, modificar, procesar, eliminar, etc. información sin intervención humana.

autoMÁTICA=que funciona por si solo sin la intervención humana

Uno de los dispositivos más importantes que realiza un tratamiento automático de la información es el ordenador. Un ordenador es un dispositivo electrónico que acepta datos de entrada, los procesa mediante programas y genera información de salida. Prieto Espinosa

Un ordenador es una máquina electrónica compuesta principalmente por transistores (que son como una colección de conmutadores o interruptores microscópicos que permiten o cortan el paso de corriente), que sólo pueden interpretar dos estados: pasa la corriente (“on”, “abierto” o “1”) o no pasa la corriente (“off”, “cerrado” o “0”), no pueden por lo tanto manejar la información como lo hacen los seres humanos. Un ordenador no entiende palabras, números, imágenes, notas musicales, ni siquiera las letras del alfabeto.

Los ordenadores únicamente pueden tratar la información que se encuentra en forma de señales que sólo pueden tomar dos valores (variables binarias), y que se acostumbra a representar por medio de dígitos binarios “0” y “1”. (Es por esta razón que dice que los ordenadores se comunican y trabajan con ceros y unos)

http://www.cad.com.mx/historia_de_la_computacion.htm (13-11-10)

2.3 El Software

El software es un conjunto de instrucciones detalladas que controlan la operación de un sistema computacional.

Funciones del software:

- Proporcionar las herramientas para optimizar los recursos.
- Actuar como intermediario entre el usuario y la información almacenada.

Programas de Software

- Programa: conjunto de argumentos o instrucciones para la computadora, almacenado en la memoria primaria de la computadora junto con los datos requeridos para ser ejecutado, en otras palabras hacer que las instrucciones sean realizadas por la computadora (Norton, Peter 2006, Introducción a la computación. España: Ed. Mc Graw Hill,).

2.3.1 Tipos de Software

- **Software del sistema:** Es un conjunto de programas que administran los recursos de la computadora. Ejemplos: Unidad central de proceso, dispositivos de comunicaciones y dispositivos periféricos, el software del sistema administra y controla al acceso del hardware.
- **Software de aplicaciones:** Programas que son escritos para o por los usuarios para realizar una tarea específica en la computadora. Ejemplo: software para procesar un texto, para generar una hoja de cálculo, el software de aplicación debe estar sobre el software del sistema para poder operar.
- **Software de usuario final:** Es el software el que permite el desarrollo de algunas aplicaciones directamente por los usuarios finales, el software del usuario final con frecuencia tiene que trabajar a través del software de aplicación y finalmente a través del software del sistema.

Cada software debe ser diseñado para un tipo de máquina específica para asegurar su compatibilidad.

Lenguajes de consulta: (SQL) son lenguajes de alto nivel para recuperar datos almacenados en bases de datos o en archivos, permiten solicitudes de información que no estén predefinidas.

El lenguaje SQL está compuesto por comandos, cláusulas, operadores y funciones de agregado. Estos elementos se combinan en las instrucciones para crear,

actualizar y manipular las bases de datos (Leire Urcola, Curso básico de SQL)

Generadores de reportes: Son programas para crear informes sobre diseño en una amplia variedad de formatos que no son rutinariamente producidos por un sistema de información. Extraen datos de los archivos o de las bases de datos y crean reportes de acuerdo con muchos formatos, proporcionan más control, pueden manejar datos de cálculos y lógica compleja antes de darles la salida.

Lenguajes de gráficas: Recuperan datos de archivos o de bases de datos y los representan en un formato gráfico.

Generadores de aplicaciones: Software que puede generar aplicaciones enteras de sistemas de información; el usuario sólo necesita especificar cuáles son las necesidades a ser satisfechas y el generador de aplicaciones crea el código del programa adecuado para la entrada, validación actualización, procesamiento e informes. Herramientas de desarrollo: un sistema de administración de base de datos, diccionario de datos, lenguaje de consulta (SQL), protectores de pantalla, generador de gráficas, generador de reportes herramientas para el soporte/simulación de decisiones, elementos de seguridad y un lenguaje de programación de alto nivel.

Paquetes de software de aplicaciones: Conjunto preescrito, precodificado y comercialmente disponible de programas que elimina la necesidad de las personas de escribir sus propios programas de software. Existen paquetes de aplicaciones para sistemas grandes y complejos los cuales deben ser instalados por especialistas técnicos.

Software de procesamiento de palabras: Almacena datos de texto electrónicamente, como un archivo de computadora, permite hacer cambios que se encuentra en la memoria. El software tiene opciones de formateo para hacer cambios en el espacio de líneas, márgenes, tamaño de los caracteres y ancho de la columna. Ejemplos: Word, Wordperfect.

Hojas de cálculo: Software que despliega los datos en una malla de columnas y renglones, con la capacidad de calcular fácilmente los datos numéricos. Proporciona capacidades gráficas para una presentación visual clara de los datos en las hojas de cálculo.

Software de administración de datos: Es más apropiado para crear y manejar listas y combinar información de archivos diferentes. Los paquetes de administración de datos tienen características de programación y menús fáciles de aprender. Ejemplos: dBASE IV, dBASEIII, Paradox, Rbase y Foxbase.

Paquetes de software integrados: Combinan las funciones de los más importantes paquetes de software como: hojas de cálculo, procesador de palabras, gráficas y administración de datos. Esta integración elimina la entrada redundante de datos y el mantenimiento de los mismos.

Durante los primeros años de la era de la computadora, el software se contemplaba como un añadido. La programación de computadoras era un "arte de andar por casa" para el que existían pocos métodos sistemáticos. El desarrollo del software se realizaba virtualmente sin ninguna planificación, hasta que los planes comenzaron a descalabrarse y los costes a correr. Los programadores trataban de hacer las cosas bien, y con un esfuerzo heroico, a menudo salían con éxito. El software se diseñaba a medida para cada aplicación y tenía una distribución relativamente pequeña.

En un entorno cambiante, en permanente evolución, las organizaciones necesitan evaluar todos los aspectos implicados en sus procesos. A este efecto, las herramientas estadísticas permiten acceder a un mejor conocimiento de la información contenida en los datos mediante metodologías y procesos de recogida, análisis e interpretación. En los últimos años, la evolución del software estadístico ha significado un importante ahorro en tiempo, en precisión y en calidad de representación gráfica.

La industria del software ya es la cuna de la economía del mundo. Las técnicas de la cuarta generación para el desarrollo del software están cambiando en la forma en que la comunidad del software construye programas informáticos. Las tecnologías orientadas a objetos están desplazando rápidamente los enfoques de desarrollo de software más convencionales en muchas áreas de aplicaciones.

Sin embargo, un conjunto de problemas relacionados con el software han persistido a través de la evolución de los sistemas basados en computadora, y estos problemas continúan aumentando; los mismos que son:

1. Los avances del software continúan dejando atrás la habilidad de construir software para alcanzar el potencial del hardware.

2. La habilidad de construir nuevos programas no pueden ir al mismo ritmo de la demanda de nuevos programas, ya que no se puede construir programas lo suficientemente rápido como para cumplir las necesidades del mercado y de los negocios.

3. El uso extenso de computadoras ha hecho de la sociedad cada vez más dependiente de la operación fiable del software. Cuando el software falla, pueden ocurrir daños económicos enormes y ocasionar sufrimiento humano.

4. Construir software informático que tengan fiabilidad y alta calidad.

5. Habilidad de soportar y mejorar los programas existentes se ve amenazada por diseños pobres y recursos inadecuados.

En respuesta a estos problemas, las prácticas de la Ingeniería del Software se están adoptando en toda la industria.

<http://www.cosaslibres.com/software.html> (25-11-10)

<http://cnx.org/content/m17405/latest> (8-12-10)

2.4 Software de estadística

En la actualidad existe una gran cantidad de paquetes estadísticos, de los cuales los más importantes se citan a continuación.

- **BMDP** <http://www.spssscience.com/Bmdp/>

Es el más antiguo de los paquetes. El primer manual para BMD Biomedical Computers Programs se publicó en 1961. En 1975 pasó a denominarse BMDP. Cubre un amplio abanico de métodos estadísticos pero su capacidad para manejar datos es limitada. Desventajas: sus programas se ejecutan van por separado: solo puede accederse a uno de ellos en cada ejecución.

Los resultados de cada programa se pueden guardar en un archivo de BMDP y utilizarse como entrada en otros programas.

- **Epi Info** (Center for Diseases Control/WHO, Dean et al).
<http://www.cdc.gov/epiinfo>

Posee un excelente manejo de cuestionarios y entrada de datos. Posee escasos pero muy potentes comandos para el análisis estadístico y funciona prácticamente en cualquier computadora y sus utilitarios más importantes requieren escasos recursos informáticos. Es ideal para epidemiología de campo.

La primera versión para MSDOS se realizó en 1982 y la última, para Windows, salió en Junio de 2000 y la versión actual es la 3.5, y está traducida en varios idiomas.

- **Minitab Statistical Software (State College , Pa)** <http://www.minitab.com>

Permite uso interactivo y es popular entre estudiantes y usuarios no especializados aunque no contempla tantos métodos estadísticos como SPSS, SAS o BMDP, incluye regresión múltiple. No es adecuado para conjuntos de datos pequeños.

- **Stat View Software (Abacus Concepts INC, Berkeley)**
<http://www.statview.com>

Fácil de aprender y operar y dispone de tests básicos y capacidades gráficas, pero no es capaz de manejar grandes conjuntos de datos ni dispone de estadísticas de análisis de sobre-vida ni regresión logística.

- **StatXact 3 (V3 Cytel Software Corporation , Cambridge , Massachussetts)**
<http://www.cytel.com>

Por primera vez pone a disposición en forma práctica cálculos exactos para datos discretos, como por ejemplo el test exacto para una tabla $r \times c$, test de tendencia

exacta para tabla $r \times 2$ y el test exacto para la combinación de tablas 2×2 cuando falla el test de Mantel-Haenszel.

También permite el cálculo para niveles de significación semi-p , uso recomendado por Armitage para datos discretos.

- Genstat, General Statistic Program

Se le considera uno de los paquetes más difíciles de aprender. Es al mismo tiempo un lenguaje y un paquete de modo que el tipo de operaciones algebraicas usadas habitualmente en estadística pueden programarse fácilmente lo que permite la ejecución de métodos nuevos. Por ello es popular entre los estadísticos que se encuentran desarrollando nuevos métodos o variantes de métodos existentes. Tiene buenos recursos para analizar experimentos diseñados.

- GLIM, Generalized Linear Interactive Modelling

<http://www.nag.com/stats/GDGE.html>

Fue escrito para ajustar modelos lineales en forma interactiva lo que permite al investigador avanzar mediante la prueba y ajuste de diferentes modelos, con lo que puede agregar o descartar variables y apreciar el efecto de estos cambios antes de decidir el siguiente paso. Es más útil en tamaños pequeños a medianos de datos.

- Prophet (National Center for Research Resources , National Institutes of Health. BBN Systems and Technologies , 1997) <http://www-prophet.bbn.com>

Es bastante semejante en sus disponibilidades a SPSS, pero es superior en la presentación de los resultados. Tiene un excelente y didáctico manual en línea por medio de Internet.

- SAS, Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., Cary, NC)

<http://www.sas.com>.

Paquete estadístico que ofrece numerosas posibilidades en cuanto a análisis estadístico y gestión de bases de datos. Requiere de conocimientos bastante elevados en programación. Elevado coste asociado a su licencia.

- SPSS, Statistical Package for the Social Sciences (SPSS Inc., Chicago)

<http://www.spss.com>.

Programa que permite realizar fácilmente análisis estadísticos desde los más simples hasta un nivel elevado de sofisticación, con fácil programación mediante menús y cuadros de diálogo. Buena importación y exportación de ficheros. Dispone de manuales y ayudas. Es uno de los paquetes más popularizados en todos los sectores gracias a su facilidad de manejo.

- Stata Statistical Package (Stata Corporation, Computing Resource Center, College Station, Texas) <http://www.stata.com>

Paquete estadístico gratuito muy utilizado por investigadores médicos, bioestadísticos, epidemiólogos, con métodos estadísticos muy potentes y gráficos asociados.

- Microsoft Excel <http://www.microsoft.com/office/excel/default.htm>.

Aunque no se trata de un paquete estadístico dispone de funciones y macros disponibles en Internet para pocos datos y análisis sencillos, sin necesidad de recurrir a otros más complejos y costosos. Recomendado para análisis puntuales.

- Statcrunch: <http://www.statcrunch.com>.

Programa gratuito de libre acceso bastante utilizado para iniciarse en la estadística. Las capacidades de este software se han ido incrementando así como también el número de usuarios.

<http://html.rincondelvago.com/paquetes-estadisticos.html> (19-01-11)

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Caracterización del Área de Estudio

Este trabajo fue realizado en la Escuela de Ingeniería Agropecuaria perteneciente a la Facultad en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte.

- **País:** Ecuador.
- **Región geográfica:** Sierra
- **Provincia:** Imbabura.
- **Cantón:** Ibarra.
- **Lugar:** Universidad Técnica del Norte

3.2 Materiales y Equipos

3.2.1 Materiales

- Libro “Métodos Estadísticos aplicados al Diseño de Experimentos” de autoría del Ing. Raúl Barragán MSc.

- MSTAT Software estadístico (utilizado para la validación de resultados)
- Microsoft Visual C# 2008 Express Edition. (Leguaje orientado a objetos)
- Framework de Desarrollo .net 4.0
- Sistema Operativo Windows 7.
- Internet
- Pizarra

3.2.2 Equipo

- Computador

Requisitos mínimos de Hardware:

Procesador Intel Pentium 4 ó superior (recomendable)

Memoria Ram mínimo de 1 GB

Espacio disponible en el disco de 100 MB

- Impresora

3.3 Metodología de la investigación

En el presente trabajo se procedió a elaborar un paquete estadístico que contiene los siguientes temas:

- **Experimentos simples:**
 - Prueba de t sorteada. (Grupos independientes)
 - Prueba de t pareada. (Grupos dependientes)

- Diseño Completamente al Azar. (D.C.A.)
- Prueba de Homogeneidad de varianza de Bartlett
- Diseño en Bloques Completos al Azar. (D.B.C.A.)
- Diseño en Cuadrado Latino. (D.C.L.)

- **Experimentos Factoriales:**

- Factorial A x B.
- Factorial A x B + 1.
- Factorial A x B + 2.
- Factorial A x B x C.
- Factorial A x B x C + 1
- Factorial A x B x C + 2
- Parcelas divididas.
- Parcelas subdivididas.
- Bloques divididos

Cada uno de los Experimentos Simples y Factoriales se complementa con su Análisis Funcional que no es más que el conjunto de pruebas estadísticas que permiten conocer el orden o diferencia de los tratamientos luego de haber efectuado el análisis de varianza.

Análisis Funcional:

El análisis funcional comprende las siguientes pruebas:

1. Pruebas de rango múltiple.

- Diferencia mínima significativa. (D. M. S.)
- Prueba de Duncan.
- Prueba de Student, Newman y Kewlls. (S. N. K)
- Prueba de Tukey.

- Prueba de Scheffe.
- 2. Comparaciones ortogonales.
- 3. Polinomios ortogonales.

- **Estadística no paramétrica:**

- Prueba de Kruskal - Wallis
- Prueba de Friedman

3.3.1 Tratamiento de la Información.

Se tomó como fuente base de análisis y guía de diseños experimentales ya establecidos y utilizados por los docentes, estudiantes y tesis el libro “Métodos Estadísticos aplicados al Diseño de Experimentos” de la autoría del Ing. Raúl Barragán MSc. con fin de crear un paquete estadístico que contenga todos los temas que se dictan en clase de Diseño Experimental en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte , todo esto para generar aprendizaje didáctico y aplicación en las distintas tesis que se generan en la facultad para que de una manera automatizada se obtenga análisis valederos con los datos que se obtiene de los distintos experimentos.

3.3.1.1 Análisis de los Diseños Experimentales.

Se desarrolló y analizó con su debida explicación en la pizarra cada uno de los diseños estadísticos con su respectivo análisis funcional a la persona encargada de la programación siguiendo como guía teórica el libro “Métodos Estadísticos aplicados al Diseño de Experimentos” documento que contiene cada diseño experimental a seguir con su respectivo concepto y análisis matemático para ser interpretado y aplicado a ejemplos que constan el libro.

3.3.2 Programación.

Una vez analizados los diferentes diseños que van a ser contenidos en el paquete estadístico didáctico se procedió a la automatización con herramientas informáticas es decir interpretar en lenguaje informático uno a uno cada Diseño Experimental con la persona encargada de la programación el Ing. Marcelo Jurado docente de la FICA con quien se creó los esquemas (accesos, presentación, manejo de archivos, formularios o matrices para el ingreso de los datos, definir formulas, tablas que se deben mostrar, resultados que deben ser ocupados para otros cálculos, análisis con tablas (valor t de STUDENT, X^2 , de F calculada, valores para DMS, DUNCAN, TUKEY, SNK y SCHEFFE) todo esto para un mejor manejo de datos e interpretación de resultados. Para lo cual se escogió Microsoft Visual C# 2008 Express Edition plataforma para desarrollar la programación la cual está vinculada con Microsoft Excel, ventaja para exportar mis reportes del paquete estadístico creado a una hoja de Excel donde puedo realizar más procesos estadísticos como gráficos, barras etc.

3.3.3 Validación

Una vez elaborado cada método estadístico se realizó una validación de resultados introduciendo datos de tesis realizadas o ejercicios elaborados en clase de Diseño Experimental al software creado y a la vez al paquete estadístico MSTAT el cual se ha estado utilizado para dar las cátedras de Diseño Experimental además desarrollando los ejercicios manualmente, todo esto para verificar los resultados obtenidos y así comprobar la eficiencia del programa creado.

3.3.4 Diseño del software

Se diseñó la pantalla principal con el nombre del paquete estadístico elaborado denominado **SEDEX** (Software Estadístico Didáctico de Diseño Experimental) creado para la Universidad Técnica del Norte.

3.3.5 Elaboración del manual de usuario y de instalación.

A demás se elaboró un manual de usuario y de instalación donde consta en forma detallada todo lo relacionado con la utilización e instalación del software, características y manejo del mismo para una mayor comprensión y a su vez utilización del usuario.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

Este trabajo tal como está planteado en el objetivo, se cumplió con 3 resultados:

1. Elaboración del paquete estadístico didáctico SEDEX
2. Elaboración del manual de usuario.
3. Elaboración del manual de instalación.

1.- Elaboración del paquete estadístico didáctico “SEDEX” (se anexa un CD)

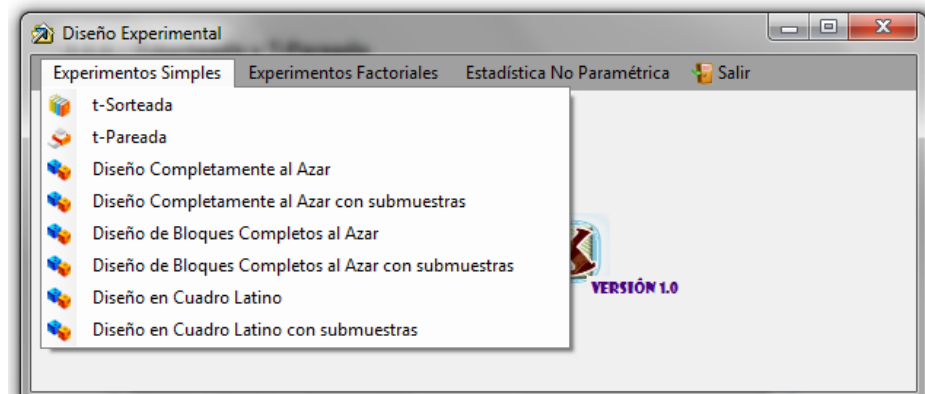
Presentación



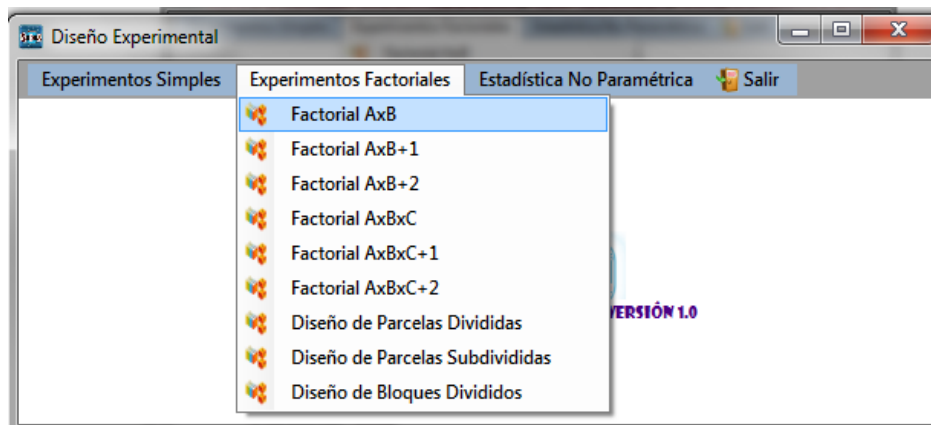
Inicio



Experimentos Simples



Experimentos Factoriales



Cada uno de los Experimentos Simples y Factoriales se complementa con su respectivo Análisis Funcional que no es más que el conjunto de pruebas estadísticas que permiten conocer el orden o diferencia de los tratamientos luego de haber efectuado el análisis de varianza.

Análisis Funcional

El Análisis Funcional comprende las siguientes pruebas:

1. Pruebas de rango múltiple.

- Diferencia mínima significativa. (D. M. S.)
- Prueba de Duncan.

- Prueba de Student, Newman y Kewlls. (S. N. K)
- Prueba de Tukey.
- Prueba de Scheffe.

Análisis de Varianza							
		Comparación entre 2 medidas		Comparación múltiple		Ubicación de Rangos	
	Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
►	T5	18,89	A	A	A	A	A
	T3	18,13	A	A	A	A	A
	T2	17,85	A	A	A	A	A
	T1	12,74	A	A	A	A	A
	T4	6,4	A	A	A	A	A

2. Comparaciones ortogonales.

Pruebas de Rango Múltiple Comparaciones Ortogonales Polinomios Ortogonales

Datos comparaciones ortogonales

T1	T1	T5 vs T2 T3 T4 vs T5 T2 vs T3 T4 vs T1
T2	T2	
T3	T3	
T4	T4	
T5	T5	

>> <<

3. Polinomios ortogonales.

Pruebas de Rango Múltiple Comparaciones Ortogonales Polinomios Ortogonales							
Datos del polinomio							
	PO	T1 50,96	T2 71,39	T3 72,52	T4 25,61	T5 75,55	SC
►	PO1	-2	-1	0	1	2	0,29
	PO2	2	-1	-2	-1	2	2,15
	PO3	-1	2	0	-2	1	337
	PO4	1	-4	6	-4	1	107

Estadística no Paramétrica



2.- Elaboración del manual de usuario del aplicativo: “SEDEX” (Ver anexo A)

3.- Elaboración del manual de instalación del aplicativo “SEDEX” (Ver anexo C)

Al respecto se debe señalar que se ha cumplido con lo planificado, de ahí que los resultados obtenidos se presentan en los tres numerales que se adjuntan a éste documento, el mismo que luego de ser examinado será empleado por los usuarios que van a ser docentes que dicten la materia de diseño experimental y de igual manera para los estudiantes que sigan este curso, además que es una herramienta muy importante para los señores estudiantes que efectúan un trabajo de tesis como requisito para su graduación.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- A la vista de lo investigado, se puede decir que los Paquetes Estadísticos son muy útiles al momento de hacer cálculos estadísticos.
- El software estadístico SEDEX está elaborado para que su manejo sea amigable para el estudiante, fácil de comprender, utilizar y sobre todo se encuentra en idioma español.
- El software o paquete estadístico es didáctico para la cátedra de Diseño Experimental es decir ayuda a los docentes a llevar los esquemas teóricos a la práctica tecnológica.
- SEDEX es una herramienta informática de diseño experimental que automatiza las labores del investigador haciendo su trabajo más eficiente y en menos tiempo.
- Con la elaboración y utilización del software se reduce el porcentaje de errores que existía al momento de realizar los cálculos para los diseños experimentales.

- En el software estadístico elaborado SEDEX el manejo de los datos y resultados los presenta mediante matrices, todo esto para su óptima compresión y elaboración de reportes.
- Al estar vinculado el software elaborado SEDEX con Microsoft Excel permite exportar los resultados obtenidos a una hoja de Excel donde se puede realizar más procesos estadísticos como gráficos y barras.
- El software estadístico SEDEX cumple con todos los requerimientos de los usuarios al momento de obtener sus resultados; es decir realiza pruebas de significación con sus respectivos rangos, comparaciones ortogonales y polinomios ortogonales, factores importantes al momento de interpretar resultados.
- Con la realización del manual de usuario y de instalación el estudiante, docente y tesista que utiliza SEDEX tendrá un mejor conocimiento acerca de las opciones y manejo del mismo.

5.2 Recomendaciones

- Ampliar más el tema en lo que respecta a gráficos y estadística.
- Normar el uso del software elaborado SEDEX como parte de la cátedra de Diseño Experimental en todas las carreras de Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales.
- Tener conocimientos de computación básicos para el uso del software.
- Leer los manuales tanto de usuario como de instalación antes de usar el software estadístico SEDEX todo para un correcto uso del mismo.
- Dar a conocer el software estadístico SEXEX creado en la Universidad Técnica del Norte a las distintas universidades donde se dicta la cátedra de Diseño Experimental.
- Emplear el Software estadístico SEDEX en ensayos tanto en el campo como en el laboratorio.

RESUMEN

Tomando en cuenta la evolución de las ciencias computacionales en el ámbito de enseñanza e investigación para el desarrollo de nuevas tecnologías para el agro y otros campos asociados a la aplicación de experimentos, se ha creado un paquete o software estadístico didáctico en idioma español fácil y sencillo de utilizar denominado SEDEX (Software Estadístico de Diseño Experimental) el cual contiene Experimentos Simples: Pruebas de t, Diseño Completamente al Azar (DCA), Diseño en Bloques Completos al Azar (D.B.C.A.) y Diseño en Cuadrado Latino (D.C.L.)

Experimentos Factoriales: $A \times B$, $A \times B+1$, $A \times B+2$, $A \times B \times C$, $A \times B \times C+1$, $A \times B \times C+2$, Parcelas divididas, Parcelas subdivididas y Bloques divididos.

Análisis Funcional: Diferencia Mínima Significativa. (D. M. S.), Prueba de Duncan, Prueba de Student, Newman y Kewlls. (S. N. K), Prueba de Tukey, Prueba de Scheffe, Comparaciones ortogonales y Polinomios ortogonales.

Estadística no paramétrica: Prueba de Kruskal – Wallis y Prueba de Friedman

La elaboración de SEDEX se lo ha realizado en 5 pasos: Análisis de los Diseños Experimentales que va a contener el paquete estadístico, programación en la plataforma Microsoft Visual C# 2008 Express Edition, validación del software elaborado mediante resultados de tesis ya elaboradas en la Facultad y ejercicios realizados en clase de Diseño Experimental, diseño del software (pantallas, logos, nombre) y la elaboración de un manual de usuario y de instalación para una mejor utilización de SEDEX.

El principal objetivo de SEDEX es obtener resultados valederos en el menor tiempo posible; reduciendo a la vez las dificultades en los cálculos y eliminado la existencia de errores en los reportes; otro de los objetivos principales es que este sirva como herramienta didáctica a los catedráticos que dictan Diseño Experimental todo con el fin de aportar conocimiento y despertar la inquietud a nuevos investigadores.

SUMMARY

Taking into account the evolution of computer science in the field of education and research to develop new technologies for agriculture and other fields associated with the implementation of experiments, has been creating a statistical software package or Spanish language simple and easy use called SEDEX (Experimental Design Statistical Software) which contains simple experiments: t tests, completely randomized design (DCA), Design in randomized complete block (DBCA) and Latin Square Design (DCL)

Factorial Experiments: A x B, x B 1, x B 2, AxBxC, AxBxC 1, AxBxC 2, plots divided and subdivided plots divided blocks

Functional Analysis: Minimum Significant Difference. (DMS), Duncan test, Student's test, Newman and Kewlls. (S.N.K), Tukey's test, Scheffe test, orthogonal polynomials orthogonal comparisons.

Statistical non-parametric Kruskal - Wallis and Friedman test

The development of SEDEX it has done in 5 steps: analysis of Experimental Designs that will contain the statistical package, programming in the Microsoft Visual C # 2008 Express Edition, validation of software developed using results of thesis already developed in College and class exercises in Experimental Design, software design (screens, logos, name) and the development of a user manual and installation for better utilization of SEDEX.

The main objective is to obtain valid results SEDEX as quickly as possible while reducing the difficulties in the calculations and eliminated any errors in the reports, another major objective is that this serves as a teaching tool for professors who dictate Experimental Design all contribute to raise awareness and concern of new researchers.

GLOSARIO

A

- **ADEVA:** Análisis de Varianza
- **Archivo .sim:** Extensión del archivo cuando se guarda en el paquete estadístico didáctico SEDEX.

B

- **Bloque:** Es una condición similar en la que se agrupa a los tratamientos en estudio.

C

- **CM:** Cuadrado Medio
- **CO:** Comparaciones Ortogonales
- **CV:** Coeficiente de variación.

D

- **DBCA:** Diseño de Bloques Completos al Azar.
- **DCA:** Diseño Completamente al Azar.
- **DCL:** Diseño en Cuadro Latino.
- **DMS:** Diferencia Mínima Significativa.

F

- **FC:** Factor de corrección.

- **F cal:** Es la relación de las varianzas de las fuentes de variación con la varianza del error experimental, la que sirve para compararlas con el valor de la F tabular, de las tablas de Fisher.
- **Framework:** es una estructura conceptual y tecnológica de soporte definida, normalmente con artefactos o módulos de software concretos, con base en la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado. Típicamente, puede incluir soporte de programas, bibliotecas y un lenguaje interpretado entre otros programas para ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto.
- **F tabular:** Valor que se encuentra en las tablas de F (Fisher), las que están conformadas por dos entradas una horizontal para los grados de libertad del numerador, que puede corresponder dependiendo del tipo de diseño a tratamientos, etc. y una vertical para los grados de libertad del error experimental. El punto de coincidencia de estas dos entradas es el valor de la F tabular, debiendo el investigador establecer el nivel de significancia, que puede ser al 1%, 5%, etc.
- **FV:** Es el lugar donde van las fuentes de variación, la misma que consta de una variación total que se descompone.
- **FA:** Correspondiente al factor A
- **FB:** Correspondiente al factor B
- **FC:** Correspondiente al factor C

G

- **GL:** Grados de Libertad

H

- **Hardware:** Hardware (pronunciación AFI: ó) corresponde a todas las partes físicas y tangibles de una computadora.
- **Homogeneidad o prueba de ji cuadrada de Bartlett:** permite saber, en función de la probabilidad, si la discrepancia entre varianzas fue dada por el azar o por otros factores de error no deseados por el experimentador.

I

- **IAB:** Interacción del Factor A con el Factor B
- **IAC:** Interacción del Factor A con el Factor C
- **IBC:** Interacción del Factor B con el Factor C
- **IABC:** Interacción de los tres Factores A, B, C

M

- **Microsoft Visual C#:** El lenguaje de programación utilizado por esta herramienta, de igual nombre, está basado en C++ y es compatible en la mayor parte de su código con este lenguaje, a la vez que su sintaxis es exactamente igual.

N

- **ns:** No significativo.

P

- **PO:** Polinomios Ortogonales.

R

- **Repetición:** Es el número de veces que aparece un tratamiento en un experimento.
- **R1:** Correspondiente a la repetición 1.

S

- **SC:** Suma de cuadrados.
- **SCB:** Suma de cuadrados de los bloques o repeticiones.
- **SCc:** Suma de cuadrados de las columnas.
- **SCCO:** Suma de cuadrados de las comparaciones ortogonales.
- **SCEm:** Suma de cuadrados de las submuestras.
- **SCFA:** Suma de cuadrados del factor A.
- **SCh:** Suma de cuadrados de las hileras.
- **SCIAxB:** Suma de cuadrados de la interacción.
- **SCPG:** Suma de cuadrados de la parcela grande.
- **SCPM:** Suma de cuadrados de la parcela mediana.
- **SCPO:** Suma de cuadrados de polinomios.
- **SCR:** Suma de cuadrados de los bloques o repeticiones.

- **SCT:** Suma de cuadrados de los tratamientos.
- **SCT:** Suma de cuadrados totales.
- **SCT1vsT2:** Suma de cuadrados del testigo 1 versus el testigo 2.
- **SCtfact:** Suma de cuadrados de los tratamientos factoriales.
- **SCTgsvsR:** Suma de cuadrados de los testigos versus el resto.
- **SEDEX:** Software Estadístico Didáctico de Diseño Experimental.
- **SNK:** Prueba de Student, Newman y Kewlls.
- **SQL:** son lenguajes de alto nivel para recuperar datos almacenados en bases de datos o en archivos, permiten solicitudes de información que no estén predefinidas.

T

- **Tratamiento:** Es un procedimiento utilizado para analizar el efecto de una determinada sustancia, metodología o producto aplicado al material experimental.
- **T1:** Correspondiente al tratamiento 1.

X

- \bar{X} : Media Aritmética
- X^2 : Ji-cuadrada

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- Barragán, Raúl. 2011, Métodos estadísticos aplicados al diseño de experimentos. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales - Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador
- Little, T. Y J. Hills. 1976. Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura. México: Trillas. 1ra. Edición.
- Martínez-Garza, A. 1988. Diseños experimentales: métodos y elementos de teoría. México: Trillas.
- Norton, Peter 2006, Introducción a la computación. España: Ed. Mc Graw Hill,
- Padrón, Emilio. 1996. Diseños Experimentales con Aplicación a la Agricultura y la Ganadería. México: Edit. Trillas. 1ra. Ed.
- Prieto Espinosa, Alberto. 2005. Prieto Campos, Beatriz, Conceptos de Informática. España: McGraw-Hill.
- Pazmiño, J. Y Condo, L. 2011. Diseño Experimental, en el Desarrollo del Conocimiento Científico. Facultad de Ciencias Pecuarias-ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
- Reyes, Pedro. 1999. Diseño de Experimentos Aplicados. México: Trillas
- Zamudio S., Francisco J.; Arturo A. Alvarado S. (1996). Análisis de diseños experimentales con igual número de submuestras. México: Universidad Autónoma Chapingo. 83 p.

PÁGINAS EN INTERNET

- **Evolución del Software**

<http://cnx.org/content/m17405/latest> (08-07-11)

- **El Software**

<http://es.wikipedia.org/wiki/Software> (05-10-11)

- **Historia de la Computación.**

http://www.cad.com.mx/historia_de_la_computacion.htm (13-05-11)

- **Manual de programación .Net**

<http://www.netbeans.org> (08-12-11)

- **Paquetes Estadísticos**

<http://html.rincondelvago.com/paquetes-estadisticos.html> (19-01-11)

ANEXOS

ANEXO A



Versión 1.0

Software Estadístico Didáctico de Diseño Experimental

Manual de Usuario



CONTENIDO DEL MANUAL DE USUARIO

1. Experimentos Simples y su Análisis Funcional.
2. Experimentos Factoriales y su Análisis Funcional.
3. Estadística No Paramétrica.
4. Listado de ejercicios propuestos (tomado del libro
5. Recomendaciones.

Desarrollo:

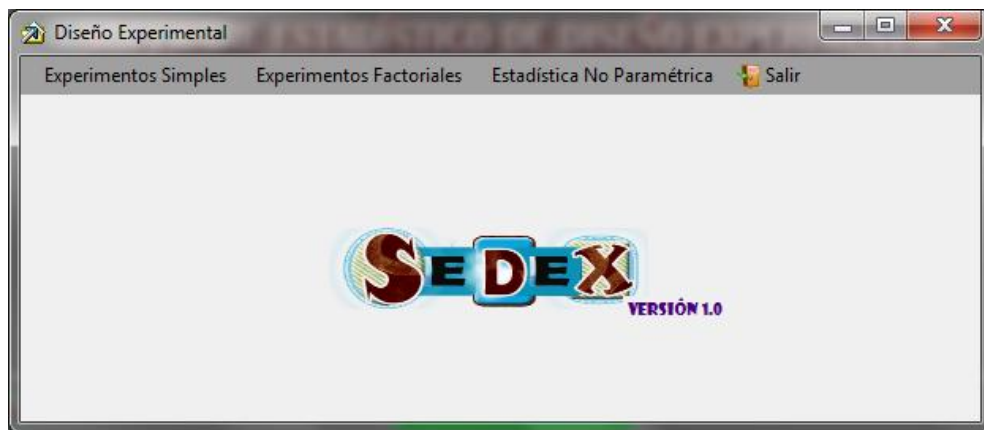
A continuación se presenta el manual de usuario, el cual facilitará el manejo de la aplicación tanto para cada una de las funciones que posee SEDEX versión 1.0.



En la ventana de presentación dar click sobre el icono de **SEDEX** para iniciar.

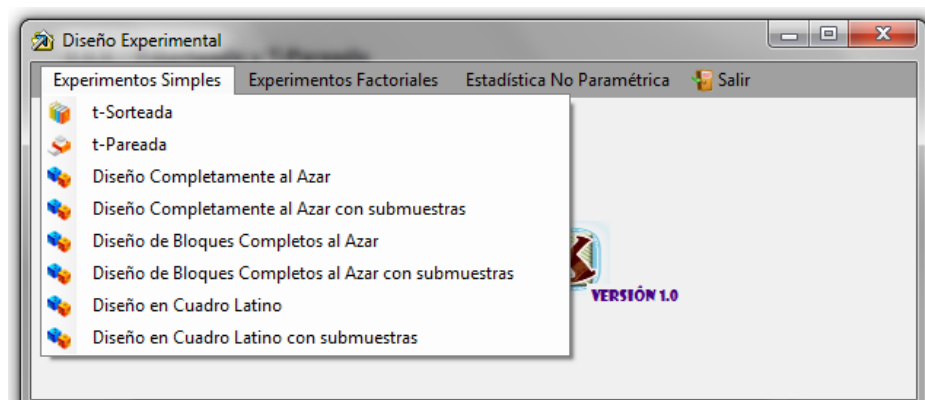
La primera ventana que se presenta es el menú global con las diferentes opciones para el cálculo de los distintos modelos de diseño experimental y su respectivo análisis funcional; la cual está dividida en tres partes:

- Experimentos Simples
- Experimentos Factoriales
- Estadística No Paramétrica



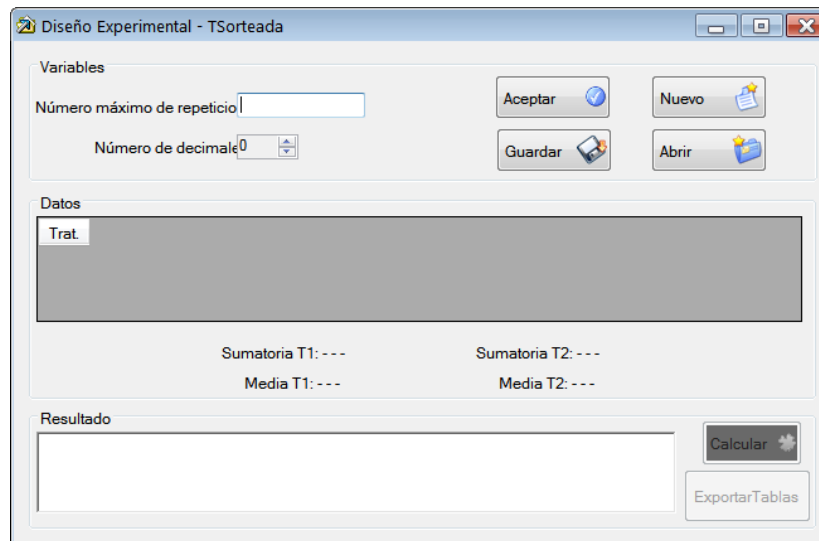
1. EXPERIMENTOS SIMPLES

A continuación muestra el siguiente menú de opciones a escoger en la clasificación de los Experimentos Simples los cuales van desde los cálculos de t-Pareada y t-Sorteadas hasta el Diseño en Cuadro Latino (DCL).



1.1 t-Sorteadas

Para proceder al cálculo de esta opción hacer click en la opción **t-Sorteadas** y a continuación se despliega la siguiente ventana con las diferentes opciones.



Proceso para t-Sorteada: Se realiza de dos formas:

- Ingresar datos manualmente.
- Desde un Archivo .sim

Ingresar datos manualmente.

1. Ingresar el número máximo de repeticiones (ya que este diseño no posee tratamientos uniformes), luego el respectivo número de decimales que se desee trabajar para los posteriores cálculos y a continuación click en **Aceptar**, luego se habilitará una tabla para el posterior ingreso de datos.

Variables

Número máximo de repetición: 10

Número de decimales: 2

Datos

Trat.	R1	R2	R3	R4	R5	R6
T1	6.2	6.4	6.9	8.1	6.1	5.8
T2	7.1	5.1	5.5	5.3	5.7	5.9

Sumatoria T1: --- Sumatoria T2: ---

Media T1: --- Media T2: ---

Resultado

Calcular

ExportarTablas

- Después de ingresar los Datos para continuar con el proceso se debe hacer click en el botón **Calcular**.

Seguidamente se observará las sumatorias para los tratamientos de T1 y T2 respectivamente.

En el área de Resultado se presenta el valor de t , sus grados de libertad y los valores de la tabla de Student al 5% y 1 %.

Variables

Número máximo de repetición: 10

Número de decimales: 2

Datos

Trat.	R1	R2	R3	R4	R5	R6
T1	6.2	6.4	6.9	8.1	6.1	5.8
T2	7.1	5.1	5.5	5.3	5.7	5.9

Sumatoria T1: 46,80 Sumatoria T2: 56,40

Media T1: 6,69 Media T2: 5,64

Resultado

t = 3,04 ** con 15 g.l. Valor al 5%: 2,13
Valor al 1%: 2,95

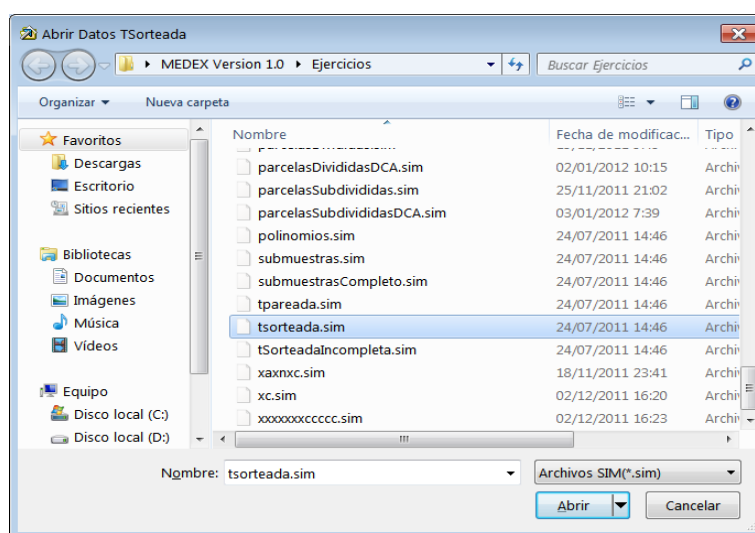
Calcular

ExportarTablas

Nota: La precisión de los resultados obtenidos dependerá del número de decimales que al inicio de esta pantalla se haya escogido. Esto regirá para todos los diseños que contiene SEDEX.

Desde un Archivo .sim

1. Antes de proceder a realizar los cálculos con esta opción se debe hacer click en el botón **Nuevo** para reiniciar los datos y limpiar la pantalla.
2. Luego dar click en **Abrir** y a continuación seleccionar el archivo .sim de la carpeta de Ejercicios que se desea extraer los datos iniciales.

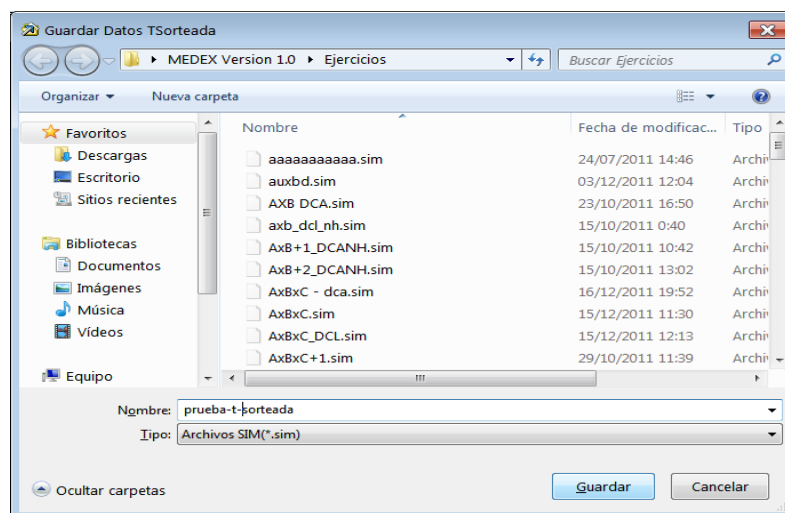


3. Hacer click en Abrir y automáticamente se cargarán los datos en la pantalla para su visualización. A continuación se presiona el botón **Calcular** como ya se explicó en el paso 2 en el subtítulo **Ingresando Datos desde la Ventana**.

Guardar los Datos de t-Sorteada

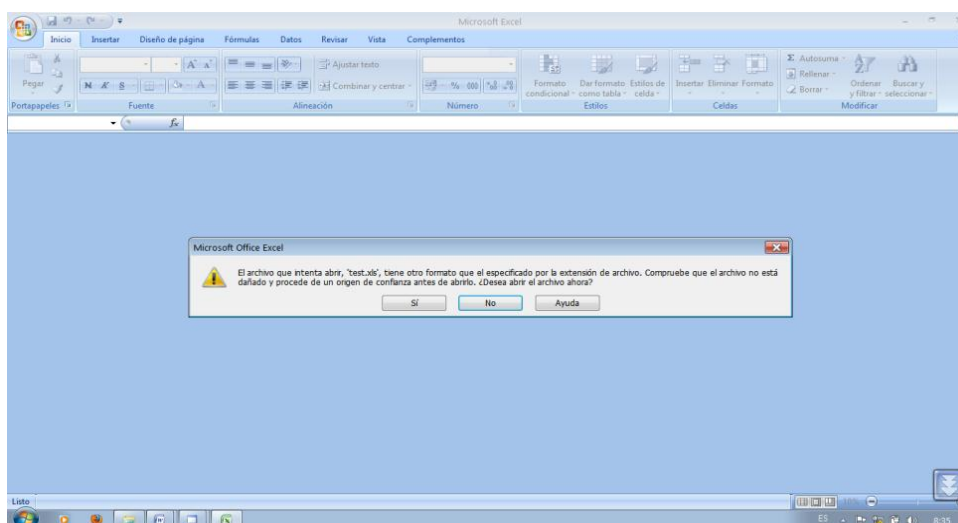
Dar click en el botón **Guardar** y Especificar el Nombre del archivo; automáticamente se asignará la extensión .sim al archivo.

Nota: El archivo se puede guardar en cualquier dirección del equipo, pero se recomienda que se lo guarde en la carpeta de **Ejercicios** del Software SEDEX 1.0.

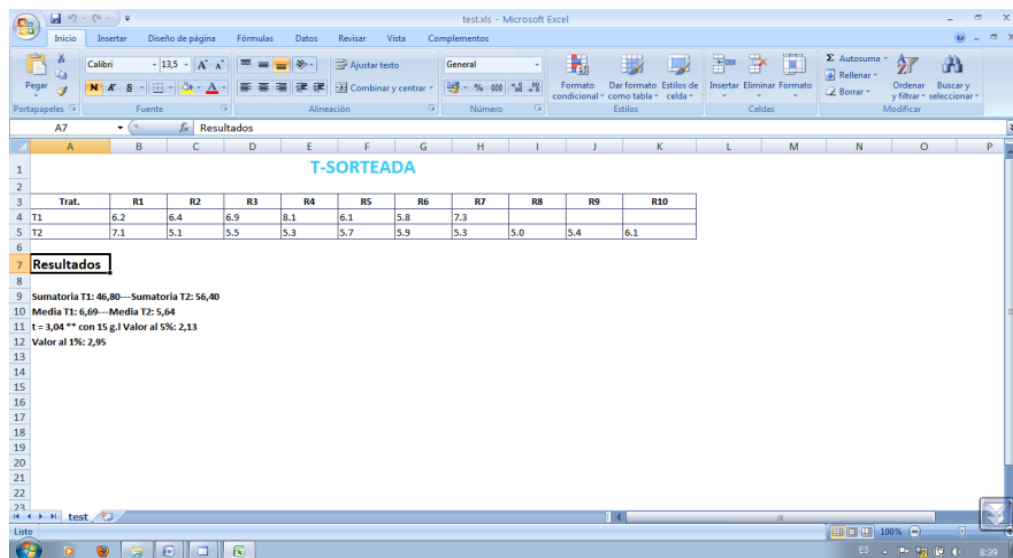


Guardar los Datos de t-Sorteada en Excel

Para exportar los datos calculados de t-Sorteada simplemente se presiona el botón **Exportar Tablas** y a continuación se abrirá Microsoft Excel con un mensaje de confirmación seguidamente dar click en el botón **Sí**.



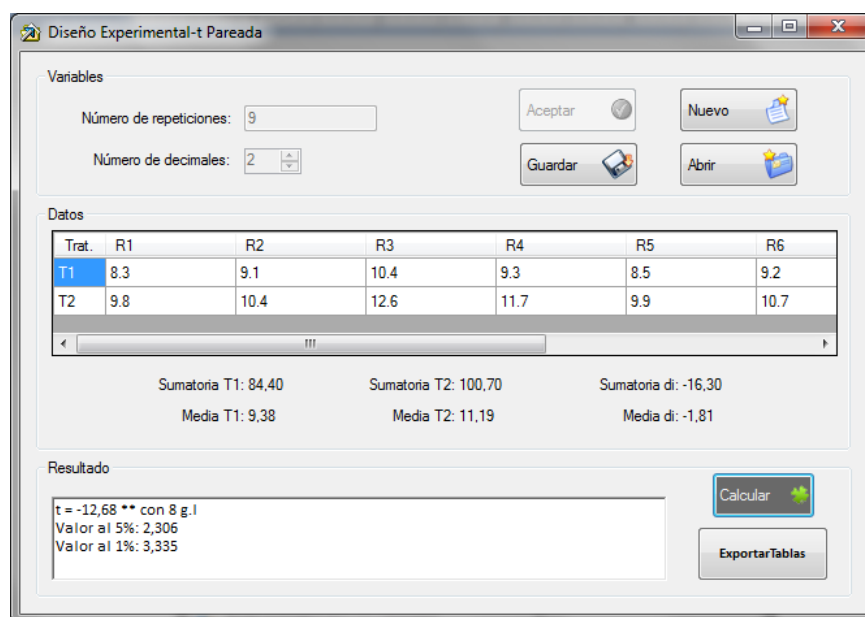
Ahora se podrá observar un resumen de los datos y cálculos que se ha había obtenido en el proceso de t-Sorteada.



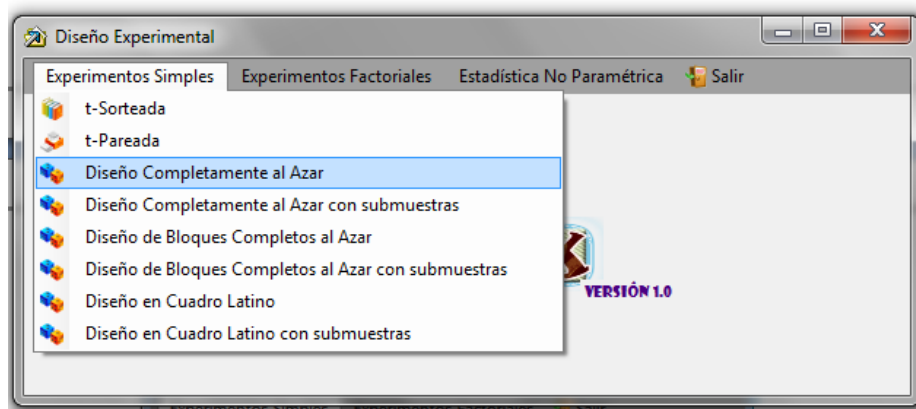
El usuario puede conservar este archivo dirigiéndose al menú de opciones que ofrece Excel y luego presionando en la opción **Guardar Como** para elegir la ubicación donde se desea guardar.

1.2 t-Pareada

Este diseño presenta una diferencia con el anterior y es que los tratamientos son uniformes de ahí el proceso para obtener el resultado es el mismo del Diseño t-Sortead.



1.3 Diseño Completamente Al Azar (DCA)



1. Hacer click en la Opción *Diseño Completamente al Azar* en el menú principal y continuación se mostrara la siguiente ventana.

Variables

Número de tratamientos: Número de decimales: Homogeneidad: ☐

Número de repeticiones: Completo: ☒

Datos

Trat.

Sumatoria Total: --- CV: --- \bar{x} : ---

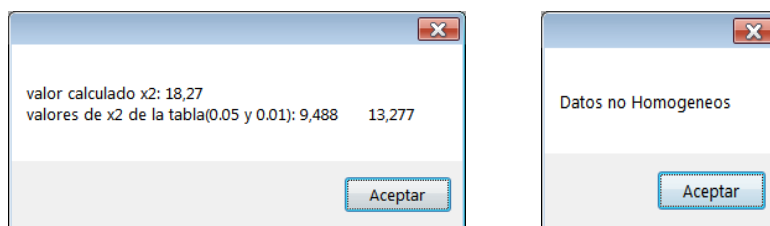
Análisis de Varianza | Comparación entre 2 medidas | Comparación múltiple | Ubicación de Rangos

	F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal	F. Tabular 5%	F. Tabular 1%
--	-----	-----	-----	-----	--------	---------------	---------------

FC: ---
SCT: ---
SCt: ---
SCE: ---

2. Opciones de Ingresar los Datos
 - Ingresar datos manualmente.

- ✓ Ingresar los datos en la cuadrícula activada (puede ingresarse en cualquier orden y dirigirse por medio de las flechas). Una vez terminado el ingreso se puede verificar si los datos son Homogéneos activando la casilla de **Homogeneidad** y dando click en **Calcular**.
- ✓ Si los datos no son homogéneos se mostraran los siguientes mensajes.



- ✓ Hacer click en **Aceptar** para cada uno de los mensajes. A continuación se activa las opciones de Homogeneidad y se debe escoger una operación de la lista desplegada. Para homogenizar nuevamente se debe dar click en **OK**.

Diseño Experimental - DCA

Pruebas de Rango Múltiple Comparaciones Ortogonales Polinomios Ortogonales

Variables
 Número de tratamientos: 5
 Número de repeticiones: 4
 Número de decimales: 2
 Homogeneidad: ☒
 $\sqrt{(k+1.0)}$
 Aceptar Calcular Abrir Guardar Nuevo

OK

Datos

Trat.	R1	R2	R3	R4
T1	1,41	9,04	8,87	31,64
T2	44,73	8,91	9,07	8,68
T3	9,46	9,36	44,73	8,97
T4	1,41	8,73	8,33	7,14
T5	54,78	9,82	9,54	1,41

Sumatoria Total: --- CV: --- \bar{x} : ---

Análisis de Varianza Comparación entre 2 medidas Comparación múltiple Ubicación de Rangos

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal	F. Tabular 5%	F. Tabular 1%

FC: ---
 SCT: ---
 SCt: ---
 SCE: ---

Exportar Excel

- ✓ Nuevamente se presiona el botón **Calcular** para verificar si los datos han sido homogenizados.

valor calculado x^2 : 7,21
 valores de x^2 de la tabla(0.05 y 0.01): 9,488 13,277

Aceptar

- ✓ En el mensaje anterior se puede observar que el valor calculado de x^2 (Ji cuadrado) es menor a los valores extraídos al 5% y 1% de la tabla Ji cuadrado, por lo que se concluye que los datos fueron homogenizados.
- ✓ A continuación se presenta los nuevos datos homogenizados con los que trabajará este modelo.

Diseño Experimental - DCA

Pruebas de Rango Múltiple | Comparaciones Ortogonales | Polinomios Ortogonales

Variables
 Número de tratamientos: 5
 Número de repeticiones: 4
 Número de decimales: 2
 Homogeneidad: ☒ **Aceptar** **Calcular** **Abrir** **Guardar** **Nuevo**

Datos

Trat.	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	1,41	9,04	8,87	31,64	50,96	12,74
T2	44,73	8,91	9,07	8,68	71,39	17,85
T3	9,46	9,36	44,73	8,97	72,52	18,13
T4	1,41	8,73	8,33	7,14	25,61	6,40
T5	54,78	9,82	9,54	1,41	75,55	18,89

Sumatoria Total: 296,03 CV: 113,31% \bar{X} : 14,80

5% ☒ 1% ☐ **DMS** **Duncan** **S.N.K** **Tukey** **Scheffe**

Ubicación de Rangos **Restaurar valores**

Análisis de Varianza | Comparación entre 2 medidas | Comparación múltiple | Ubicación de Rangos

	F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal	F Tabular 5%	F Tabular 1%
total		4666,74	19				
tratamiento		447,38	4	111,85	0,40ns	3,06	4,89
Error		4219,36	15	281,29			

FC: 4381,69
 SCT: 4666,74
 SCt: 447,38
 SCE: 4219,36

Exportar Excel

- ✓ En la ventana anterior en la sección de datos se puede observar la sumatoria y la media de cada uno de los tratamientos, en la parte inferior de los datos se puede apreciar la Sumatoria Total de los tratamientos, Coeficiente de Variación (**CV**) y su respectiva Media Aritmética (**X**).
- ✓ En la pestaña de **Análisis de Varianza** se puede observar los valores calculados del ADEVA, y en la parte derecha se muestra los cálculos intermedios.

Si en los resultados del análisis de varianza existe significancia se puede tomar la decisión de realizar el Análisis Funcional con las siguientes pruebas:

1. Pruebas de Rango Múltiple o Significancia (*DMS, Duncan, SNK, Tukey y Scheffe*).

2. Comparaciones Ortogonales

3. Polinomios Ortogonales

1. Pruebas de Rango Múltiple o Significancia (*DMS, Duncan, SNK, Tukey y Scheffe*).

✓ Para desplegar los resultados en la pestaña de *Comparación entre 2 medias y Comparación múltiple* que se encuentran junto al ADEVA en la primera ventana correspondiente a las pruebas de rango múltiple se debe primero escoger una o varias de las pruebas de significancia: *DMS, Duncan, SNK, Tukey y Scheffe*. También se debe escoger el nivel de significancia al 5% y 1%.

✓ *Comparación entre 2 medias* ordena las medias de mayor a menor para su posterior diferencia desde la más alta hasta la más baja y luego pasen a compararse con el valor de las pruebas de significación y por ultimo ubicar los rangos.

Pruebas de Rango Múltiple Comparaciones Ortogonales Polinomios Ortogonales

Variables
Número de tratamientos: 5 Número de decimales: 2 Homogeneidad ☐
Número de repeticiones: 4 Completo ☒ [cambiar](#) [Aceptar](#) [Calcular](#) [Abrir](#) [Guardar](#) [Nuevo](#)

Datos

Trat.	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	80.2	80.7	77.6	81.5	320.00	80.00
T2	75.7	78.4	81.2	74.3	309.60	77.40
T3	88.5	86.7	85.6	79.5	340.30	85.07
T4	70.5	75.2	68.4	74.6	288.70	72.18
T5	93.8	95.4	90.1	98.7	378.00	94.50

Sumatoria Total: 1636.60 CV: 3.90% \bar{X} : 81.83

Análisis de Varianza Comparación entre 2 medias Comparación múltiple Ubicación de Rangos

Comparaciones	Operación	Diferencia
T5 vs T3	94.50 - 85.07	9.43
T3 vs T1	85.07 - 80.00	5.07
T1 vs T2	80.00 - 77.40	2.60
T2 vs T4	77.40 - 72.18	5.22

Ubicación de Rangos
5% 1%
[DMS](#)
[Duncan](#)
[S.N.K.](#)
[Tukey](#)
[Scheffe](#)
[Restaurar valores](#)

- ✓ **Comparación múltiple** compara el valor de la diferencia entre las medias con el valor de las pruebas de significancia que se haya escogido.

Diseño Experimental - DCA

Pruebas de Rango Múltiple Comparaciones Ortogonales Polinomios Ortogonales

Variables: 5 Número de decimales: 2 Homogeneidad: ☒ Aceptar Calcular Abrir Guardar Nuevo

Número de tratamientos: 5 Número de repeticiones: 4 Completo: ☒ Cambiar

Datos

	Trat.	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
►	T1	1,41	9,04	8,87	31,64	50,96	12,74
	T2	44,73	8,91	9,07	8,68	71,39	17,85
	T3	9,46	9,36	44,73	8,97	72,52	18,13
	T4	1,41	8,73	8,33	7,14	25,61	6,40
	T5	54,78	9,82	9,54	1,41	75,55	18,89

Sumatoria Total: 296,03 CV: 113,31% \bar{x} : 14,80

Ubicación de Rangos: 5 % 1 % DMS Duncan S.N.K Tukey Scheffe Restaurar valores

Análisis de Varianza Comparación entre 2 medidas Comparación múltiple Ubicación de Rangos

	Comparaciones	Operación	Diferencia	DMS	Sig.
►	T5 vs T3	18,89 - 18,13	0,76	25,27	ns
	T5 vs T2	18,89 - 17,85	1,04	25,27	ns
	T5 vs T1	18,89 - 12,74	6,15	25,27	ns
	T5 vs T4	18,89 - 6,40	12,49	25,27	ns
	T3 vs T2	18,13 - 17,85	0,28	25,27	ns
	T3 vs T1	18,13 - 12,74	5,39	25,27	ns
	T3 vs T4	18,13 - 6,40	11,73	25,27	ns
	T2 vs T1	17,85 - 12,74	5,11	25,27	ns
	T2 vs T4	17,85 - 6,40	11,45	25,27	ns
	T1 vs T4	12,74 - 6,40	6,34	25,27	ns

- ✓ Para que se despliegan los resultados en pestaña **Ubicación de Rangos** se debe primero escoger una o varias de las pruebas de significancia para luego dar click en el botón **Ubicación de Rangos**.

Diseño Experimental - DCA

Pruebas de Rango Múltiple | Comparaciones Ortogonales | Polinomios Ortogonales

Variables: Número de decimales: Homogeneidad: ☒

Número de tratamientos: Número de repeticiones: Completo: ☒ [cambiar](#)

[Aceptar](#) [Calcular](#) [Abrir](#) [Guardar](#) [Nuevo](#)

Datos

Trat.	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	1.41	9.04	8.87	31.64	50.96	12.74
T2	44.73	8.91	9.07	8.68	71.39	17.85
T3	9.46	9.36	44.73	8.97	72.52	18.13
T4	1.41	8.73	8.33	7.14	25.61	6.40
T5	54.78	9.82	9.54	1.41	75.55	18.89

Sumatoria Total: 296.03 CV: 113.31% \bar{x} : 14.80

Ubicación de Rangos: ☒ 5 % ☐ 1 %

[DMS](#) [Duncan](#) [S.N.K](#) [Tukey](#) [Scheffe](#)

[Restaurar valores](#)

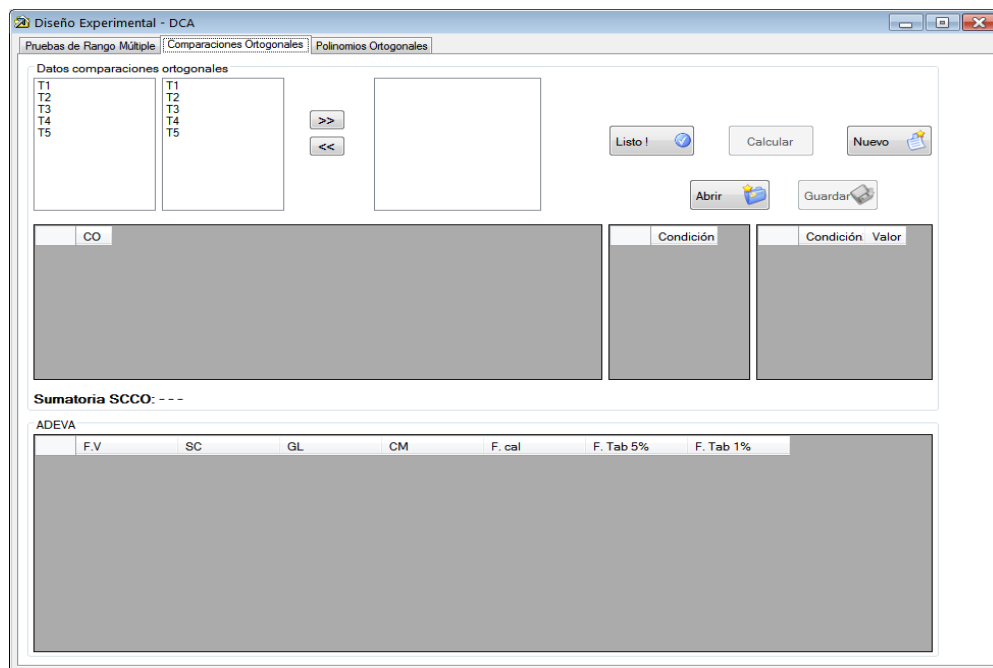
Ubicación de Rangos

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
T5	18.89	A	A	A	A	A
T3	18.13	A	A	A	A	A
T2	17.85	A	A	A	A	A
T1	12.74	A	A	A	A	A
T4	6.4	A	A	A	A	A

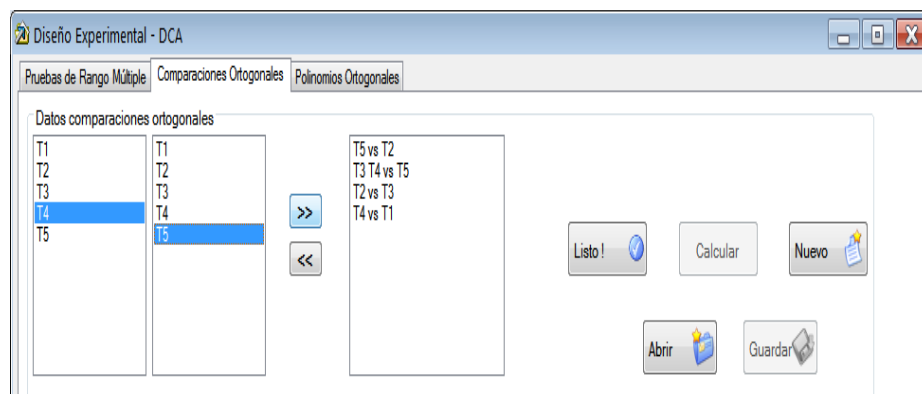
- ✓ El botón **Restaurar valores** se utiliza para encerrar los resultados en la pestañas **Comparación entre 2 medias**, **Comparación múltiple** y **Ubicación de Rangos** si es que se desea escoger nuevas pruebas de significancia.

2. Comparaciones Ortogonales

- ✓ En la pestaña superior **Comparaciones Ortogonales** se muestra la siguiente ventana:



- ✓ Ahora se debe proceder a elegir las comparaciones entre los tratamientos de las listas que se muestran, dando click en uno de los tratamientos de la lista de la parte izquierda con otro de la parte derecha, luego click en el botón >> para pasar la comparación hasta completar **T-1** comparaciones.



- ✓ Una vez completas las comparaciones hacer click en **Listo!**, para habilitar la tabla donde se puede introducir los coeficientes de Comparaciones Ortogonales (CO), recuerde que el resultado de las 2 condiciones deben ser siempre cero, para obtener resultados

correctos del ADEVA con respecto a las comparaciones ortogonales.

- ✓ Después de llenar la tabla de CO con los coeficientes se habilita el botón **Calcular** para luego hacer click sobre él, y seguidamente se mostrará los cálculos respectivos a CO.

Diseño Experimental - DCA

Pruebas de Rango Múltiple | Comparaciones Ortogonales | Polinomios Ortogonales

Datos comparaciones ortogonales

T1
T2
T3
T4
T5

T1
T2
T3
T4
T5

T1 vs T5
T3 vs T4
T1 T5 vs T2 T3 T4
T2 vs T3 T4

Listo ! ☒ **Calcular** **Nuevo**

Abrir **Guardar**

	T1 320	T2 309,6	T3 340,3	T4 288,7	T5 378
1	-1				1
2			-1	1	
3	-3	2	2	2	-3
4		-2	1	1	

Condición1	Condición2	Valor
0	CO1 y CO2	0
0	CO1 y CO3	0
0	CO1 y CO4	0
0	CO2 y CO3	0
	CO2 y CO4	0
	CO3 y CO4	0

SCCO: 1149,01

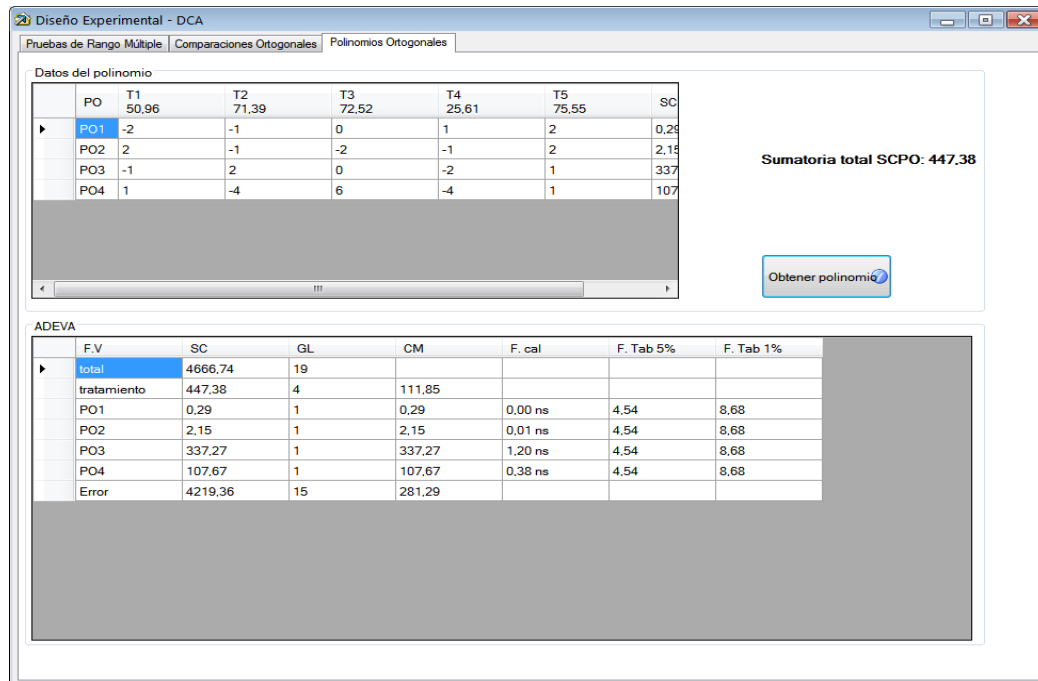
ADEVA

	F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
total		1301,60	19				
tratamiento		1149,01	4	287,25			
CO1		420,50	1	420,50	41,35 **	4,54	8,68
CO2		332,82	1	332,82	32,73 **	4,54	8,68
CO3		391,69	1	391,69	38,51 **	4,54	8,68
CO4		4,00	1	4,00	0,39 ns	4,54	8,68
Error		152,59	15	10,17			

- ✓ El botón **Abrir** sirve para importar un archivo que contiene los datos de CO anteriormente guardados.
- ✓ El botón **Guardar** realiza una copia de los de las comparaciones y coeficientes de la tabla CO en una extensión .sim para su posterior uso.

3. Polinomios Ortogonales

- ✓ En la pestaña superior **Polinomios Ortogonales (PO)** se muestra la siguiente ventana donde solamente se presiona el botón **Obtener Polinomio** para visualizar los cálculos de PO.



Datos del polinomio

	PO	T1 50,96	T2 71,39	T3 72,52	T4 25,61	T5 75,55	SC
PO1	-2	-1	0	1	2	0,29	
PO2	2	-1	-2	-1	2	2,15	
PO3	-1	2	0	-2	1	337	
PO4	1	-4	6	-4	1	107	

Sumatoria total SCPO: 447,38

Obtener polinomio

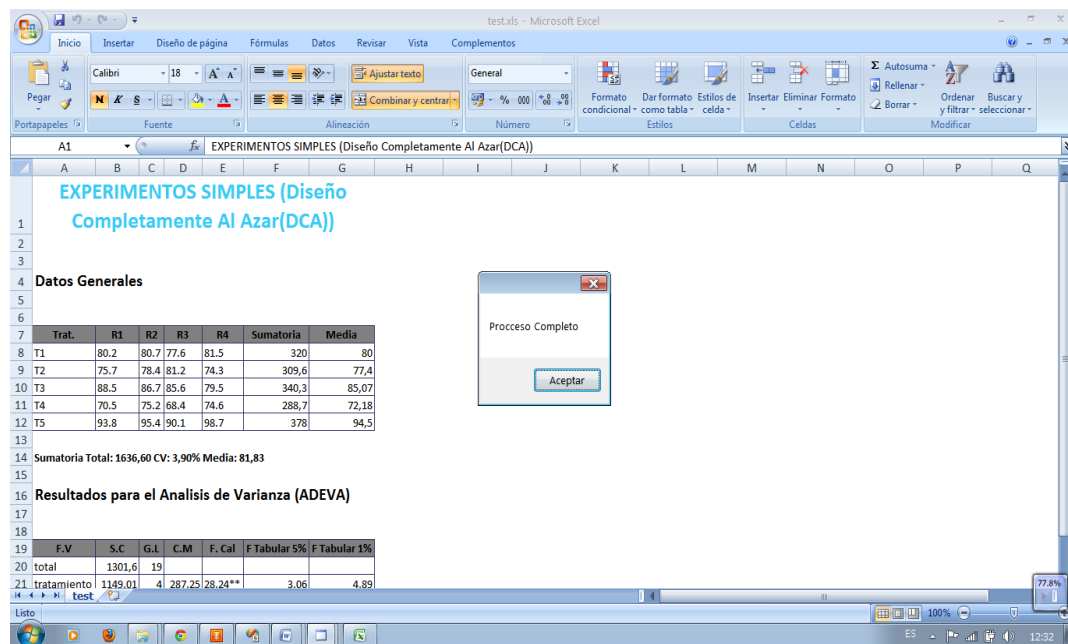
ADEVA

	F.V.	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
total		4666,74	19				
tratamiento		447,38	4	111,85			
PO1		0,29	1	0,29	0,00 ns	4,54	8,68
PO2		2,15	1	2,15	0,01 ns	4,54	8,68
PO3		337,27	1	337,27	1,20 ns	4,54	8,68
PO4		107,67	1	107,67	0,38 ns	4,54	8,68
Error		4219,36	15	281,29			

- ✓ En la pestaña **Pruebas de Rangos Múltiples** en la parte inferior se encuentra ubicado el botón **Exportar Excel** que realiza un reporte de todos los resultados desplegados por el usuario en una hoja de Excel para su posterior uso o almacenado esto para cada uno de los diseños, como ya se había explicado anteriormente.



Exportar Excel



Desde un archivo .sim

- ✓ Para extraer un archivo .sim hacemos click en el botón **Abrir** y posteriormente ubicar la dirección donde se encuentra el archivo .sim a extraer para luego dar click en el botón **Abrir** de la ventana emergente, y realizar los pasos anteriormente explicados para el cálculo de un DCA completo.

El botón **Guardar** realiza una copia de la tabla Datos ya sea modificada o no para posteriores usos en una extensión .sim.

El botón **Nuevo** reinicia todos controles para volver a realizar un nuevo cálculo en este diseño.

DCA Incompleto.

Diseño Experimental - DCA

Pruebas de Rango Múltiple | Comparaciones Ortogonales | Polinomios Ortogonales

Variables
 Número de tratamientos: 4 Número de decimales: 2 Homogeneidad: ☐
 Número de repeticiones: 7 Incompleto: ☐ [cambiar](#) [Aceptar](#) [Calcular](#) [Abrir](#) [Guardar](#) [Nuevo](#)

Datos

	Trat.	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R
▶	T1	5.5	5.4	6.1	6.0	5.8	5.7	5.7
	T2	4.8	5.0	4.7	4.9	4.6		
	T3	5.9	6.0	5.7	5.6	5.3	5.8	
	T4	4.3	4.1	4.9	4.4			

☐ 5 % ☐ 1 % [DMS](#) [Ubicación de Rangos](#) [Restaurar valores](#)

Sumatoria Total: 115.70 CV: 5.38% \bar{x} : 5.26

Análisis de Varianza | Comparación entre 2 medidas | Comparación múltiple | Ubicación de Rangos

	F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal	F Tabular 5%	F Tabular 1%
▶	total	7.67	21				
	tratamiento	6.28	3	2.09	26.13**	3.16	5.09
	Error	1.39	18	0.08			

FC: 608.48
 SCT: 7.67
 SCT: 6.28
 SCE: 1.39
[Exportar Excel](#)

Como se puede ver en la ventana anterior, este diseño posee datos incompletos en este caso la única prueba a realizarse es la **DMS** ya que compara solo a dos tratamientos entre sí.

Diseño Experimental - DCA

Pruebas de Rango Múltiple | Comparaciones Ortogonales | Polinomios Ortogonales

Variables
 Número de tratamientos: 4 Número de decimales: 2 Homogeneidad: ☐ Aceptar Calcular Abrir Guardar Nuevo

Número de repeticiones: 7 Incompleto: ☐ Cambiar

Datos

	Trat.	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
▶	T1	5.5	5.4	6.1	6.0	5.8	5.7	5.6
	T2	4.8	5.0	4.7	4.9	4.6		
	T3	5.9	6.0	5.7	5.6	5.3	5.8	
	T4	4.3	4.1	4.9	4.4			

Sumatoria Total: 115.70 CV: 5.38% \bar{x} : 5.26

Ubicación de Rangos: ☐ 5% ☐ 1% DMS

Restaurar valores

Análisis de Varianza | Comparación entre 2 medidas | Comparación múltiple | Ubicación de Rangos

	Comparaciones	Operación	Diferencia	DMS	Sig.
▶	T1 vs T2	5.67 - 4.80	0.87	0.32	*

Igualmente se puede realizar los mismos pasos que un DCA completo para Ubicación de Rangos con la novedad que se debe escoger solo dos tratamientos a comparar y que en caso de que el tratamiento 1 sea menor al segundo nos aparecerá la siguiente ventana de error.

En Comparacion Multiple
 No se Puede Realizar la Comparacion: valor1 es menor que valor2
 T2: 4,8 T1: 5,67

Aceptar

En Comparación Entre 2 Medias
 No se Puede Realizar la Comparacion: valor1 es menor que valor2
 T2: 4,8 T1: 5,67

Aceptar

1.4 Diseño Completamente Al Azar con Submuestras (DCA Submuestras)

Este diseño presenta una diferencia con el anterior ya que los datos se agrupan en submuestras y el sistema realiza la sumatoria de cada grupo de submuestras en la parte derecha de la tabla de los datos.

Diseño Experimental - DCA submuestras

Pruebas de Rango Múltiple | Comparaciones Ortogonales | Polinomios Ortogonales

Variables

Número de tratamientos: 4 Número de decimales: 2 Homogeneidad ☐

Número de repeticiones: 5 Completo ☒ **cambiar**

Número máximo de submuestras: 4

Datos

	Trat	R1	R2	R3	R4	R5
▶	T1	11.82	12.27	12.13	12.48	14.43
	T1	13.09	13.21	13.58	13.45	15.21
	T1	12.12	13.44	16.25	13.99	15.00
	T1	12.70	11.22	16.60	13.15	12.72
	T2	11.08	11.07	10.67	13.82	13.61
	T2	12.83	12.43	13.68	13.36	12.80
	T2	11.91	12.11	11.67	13.21	13.73
	T2	12.88	11.26	11.70	12.86	12.69
	T3	13.96	12.36	11.13	10.57	12.35
	T3	12.81	13.76	12.99	12.38	12.95

Sumatorias de las submuestras y resultados

	Trat	R1	R2	R3	R4
▶	T1	49.73	50.14	58.56	53.1
	T2	48.7	46.87	47.72	53.1
	T3	51.55	52.73	49.63	45.1
	T4	48.98	48.03	50.01	49.1

Ubicación de: ☐ 1% ☒ 5% DMS Tukey Duncan SNK Scheffe


Restaurar

Sumatoria total: 1009.36 CV: 11.67 % \bar{x} : 12.62

Análisis de Varianza | Comparaciones Múltiples | Ubicación de Rangos

	F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
▶	Total	118.34	79				
	Trat.	18.95	3	6.32	2.91 ns	3.24	5.29
	Error.	34.68	16	2.17	2.01 *	2.01	2.70
	Em.	64.71	60	1.08			

FC: 12735.10
SCT: 118.34
SCE: 18.95
SCEexp: 34.68
SCEm: 64.71

 Exportar Excel

Para los cálculos respectivos seguimos todos los pasos del modelo anterior.

Nota: Se debe especificar el *Número máximo de submuestras* cuando se empieza a realizar un nuevo cálculo de este diseño.

DCA Submuestras Incompleto

Diseño Experimental - DCA submuestras

Pruebas de Rango Múltiple Comparaciones Ortogonales Polinomios Ortogonales

Variables

Número de tratamientos: 4 Número de decimales: 2 Homogeneidad ☐

Número de repeticiones: 5 Incompleto ☐ [cambiar](#)

Número máximo de submuestras: 4

Datos

	Trat.	R1	R2	R3	R4	R5
▶	T1	11.82	12.27	12.13	12.48	
	T1	13.09	13.21	13.58	13.45	
	T1	12.12	13.44		13.99	
	T1		11.22		13.15	
	T2	11.08	11.07	10.67	13.82	13.61
	T2	12.83	12.43	13.68	13.36	12.80
	T2	11.91		11.67	13.21	13.73
	T2	12.88		11.70	12.86	
	T3		12.36		10.57	12.35
	T3		13.76		12.38	12.95

Sumatoria total: 656,94 CV: 8,83 % \bar{X} : 12,40

Sumatorias de las submuestras y resultados

	Trat.	R1	R2	R3	R4
▶	T1	37,03	50,14	25,71	53,1
	T2	48,7	23,5	47,72	53,1
	T3		26,12		45,1
	T4	48,98		50,01	35,1

Ubicación de Rangos: ☐ 1 % ☒ 5 % [Restaurar valores](#)

Ubicación de Rangos

T1 vs. T2 DMS

Análisis de Varianza Comparaciones Múltiples Ubicación de Rangos

	Comparaciones	Operacion	Diferencia	DMS	Sig.
▶	T1 vs T2	12,77 - 12,55	0,22	0,87	ns

Para los cálculos de este diseño se realizan los mismos pasos del DCA Incompleto con la diferencia que posee submuestras.

1.5 Diseño de Bloques Completamente Al Azar (DBCA)

Este diseño se diferencia del DCA por tener la sumatoria de cada uno de sus bloques o repeticiones, los mismos que se muestran en la parte inferior de la tabla de datos como se observa en la siguiente ventana.

Diseño Experimental - DBCA

Pruebas de Rango Múltiple | Comparaciones Ortogonales | Polinomios Ortogonales

Variables

Número de tratamientos: 5 Número de decimales: 2

Número de bloques: 4 Homogeneidad ☐

Aceptar Calcular Nuevo Guardar Abrir

Datos

Trat.	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	80.2	80.7	77.6	81.5	320.00	80.00
T2	75.7	78.4	81.2	74.3	309.60	77.40
T3	88.5	86.7	85.6	79.5	340.30	85.07
T4	70.5	75.2	68.4	74.6	288.70	72.18
T5	93.8	95.4	90.1	98.7	378.00	94.50
Sum.	408.70	416.40	402.90	408.60		
Med.	81.74	83.28	80.58	81.72		

Sumatoria Total: 1636.60 CV: 4.27% \bar{x} : 81.83

5% ☒ 1% ☐

DMS Duncan S.N.K Tukey Scheffe Ubicación de Restaurar valores

Análisis de Varianza | Comparación múltiple | Ubicación de Rangos | Ciclos de unidades perdidas

F.V.	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	1301.60	18				
Bloque	18.42	3	6.14	0.5 ns	3.59	6.22
Trat.	1149.01	4	287.25	23.55 **	3.36	5.67
Error.	134.17	11	12.20			

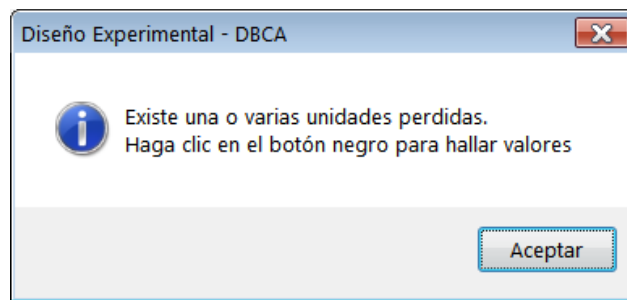
FC: 133922.98
SCT: 1301.60
SCB: 18.42
SCT: 1149.01
SCE: 134.17

Exportar Excel

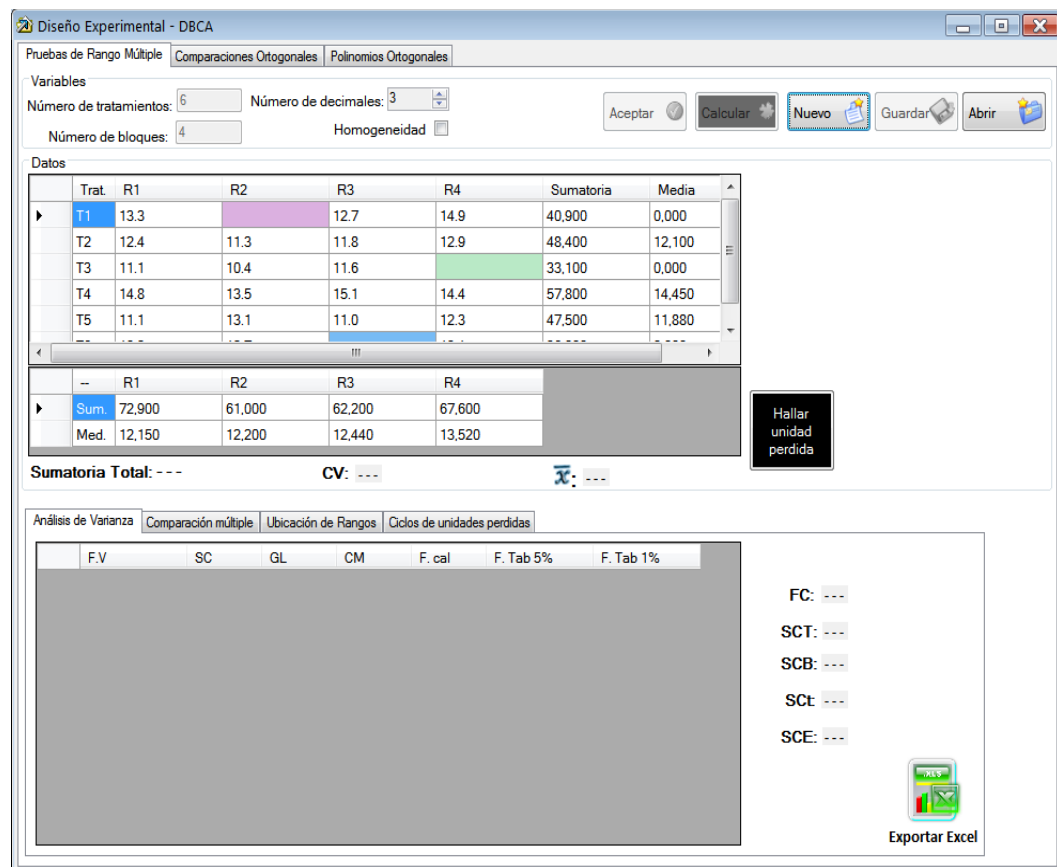
Los cálculos respectivos se los realiza como ya fue explicado en el diseño DCA.

DBCA con Unidades perdidas.

Una vez que se haya llenado los datos del diseño, se debe presionar el botón **Calcular** donde aparecerá la siguiente ventana en caso de que exista unidades perdidas en la tabla de datos.



Luego se procede a dar click en **Aceptar** de la ventana emergente y a continuación se podrá observar las celdas coloreadas referentes a cada unidad perdida como se muestra en la siguiente ventana.



Se mostrara el botón negro **Hallar unidad perdida** el cual permite hallar las unidades que falten en la cuadrícula de donde se ingresan los datos para este diseño. A continuación hacer click en este botón y posteriormente en **Calcular** para obtener los nuevos resultados con la los datos hallados y completos.

En la pestaña de *Ciclos de Unidades Perdidas* se podrá observar el valor de las unidades perdidas reemplazadas coloreadas respectivamente.

Diseño Experimental - DBCA

Pruebas de Rango Múltiple | Comparaciones Ortogonales | Polinomios Ortogonales

Variables:
 Número de tratamientos: 6 | Número de decimales: 3
 Número de bloques: 4 | Homogeneidad ☐

Acceptar | Calcular | Nuevo | Guardar | Abrir

Datos

Trat.	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	13.3	13.47	12.7	14.9	40,900	0,000
T2	12.4	11.3	11.8	12.9	48,400	12,100
T3	11.1	10.4	11.6	12.01	33,100	0,000
T4	14.8	13.5	15.1	14.4	57,800	14,450
T5	11.1	13.1	11.0	12.3	47,500	11,880

Sumatoria Total: --- CV: ---

Análisis de Varianza | Comparación múltiple | Ubicación de Rangos | **Ciclos de unidades perdidas**

No. de Ciclo	Variables	Valor
1	x1	13,41
1	x2	11,98
1	x3	11,71
2	x1	13,47
2	x2	12,01
2	x3	11,71
3	x1	13,47
3	x2	12,01
3	x3	11,71

Para realizar las respectivas pruebas y demás cálculos seguir los pasos de los diseños anteriores.

Nota: Para ver las celdas coloreadas de las unidades perdidas se tiene que ubicar en la pestaña *Ciclos de las unidades perdidas* y a continuación hacer click en botón de color negro *Hallar Unidad Perdida*.

1.6 Diseño de Bloques completamente Al Azar con Submuestras (DBCA Submuestras)

Los pasos para obtener los cálculos de este diseño se los realiza como si fuera un DCA con Submuestras con la diferencia de que se muestran la sumatoria de los bloques junto a la tabla de los datos.

Diseño Experimental - DBCA submuestras

Pruebas de Rango Múltiple: Comparaciones Ortogonales | Polinomios Ortogonales

Variables
 Número de tratamientos: 4 | Número máximo de submuestras: 2 | Homogeneidad ☐
 Número de bloques: 3 | Número de decimales: 4

Aceptar Calcular Nuevo Guardar Abrir

Datos


	Trat	R1	R2	R3
▶	T1	0.65	0.72	0.73
	T1	0.68	0.69	0.71
	T2	0.55	0.61	0.51
	T2	0.53	0.58	0.54
	T3	0.36	0.33	0.39
	T3	0.33	0.35	0.38
	T4	0.16	0.18	0.18
	T4	0.14	0.17	0.16

Sumatorias de las submuestras y resultados

	Trat	R1	R2	R3
▶	T1	1.33	1.41	1.44
	T2	1.08	1.19	1.05
	T3	0.69	0.68	0.77
	T4	0.3	0.35	0.34
	...			
▶	Su...	3.4	3.63	3.6
	Me...	0.85	0.91	0.9

Ubicación de ☐ 1 % ☒ 5 %


Restaurar DMS Tukey Duncan SNK Scheffe

Sumatoria total: 10.63 CV: 8.97 %  0.4429

Análisis de Varianza Comparaciones Múltiples | Ubicación de Rangos

	F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
▶	Total	0.9827	22				
	Bloque	0.0039	2	0.0020	0.0061 ns	9.5500	30.8000
	Trat.	0.9675	3	0.3225	204.3391...	5.4100	12.1000
	Error.	0.0079	5	0.0016	5.6537 **	3.1100	5.0600
	Em.	0.0033	12	0.0003			

FC: 4.7082
SCT: 0.9827
SCB: 0.0039
SCt: 0.9675
SCExp: 0.0079
SCEm: 0.0033

 Exportar Excel

1.7 Diseño en Cuadrado Latino (DCL)

El ingreso de los datos se los realiza primero colocando los tratamientos en las columnas por ejemplo T4 teniendo en cuenta que no se repitan en la misma fila y columna, luego se ingresa los datos bajo cada tratamiento de ahí los pasos a seguir para este diseño se los realiza como si fuese un DCA con la diferencia de que se muestra la sumatoria de los bloques también.

Diseño Experimental - Diseño Cuadrado Latino

Pruebas de Rango Múltiple Comparaciones Ortogonales Polinomios Ortogonales

Variables
Número de filas y columnas: 4 Número de decimales: 2

Homogeneidad ☐

Aceptar Calcular Nuevo Guardar Abrir

Datos

	--	C1	C2	C3	C4
▶	Tr	T4	T1	T3	T2
	H1	18.1	23.1	19.5	36.6
	Tr	T2	T3	T1	T4
	H2	31.8	21.2	24.9	19.7
	Tr	T3	T4	T2	T1
	H3	22.7	22.6	33.5	21.6
	Su...	98.30	97.30	98.20	98.30

	--	R1	R2	R3	R4
▶	T1	23.1	24.9	21.6	25.7
	T2	36.6	31.8	33.5	30.4
	T3	19.5	21.2	22.7	20.4
	T4	18.1	19.7	22.6	20.3

Sumatoria Total: 392.10 CV: 11.22% 24.51

Ubicación de Rangos 1% 5% Restaurar valores

DMS Tukey Duncan S.N.K Scheffe

Análisis de Varianza Comparación múltiple Ubicación de Rangos Unidades perdidas

	F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
▶	Total	468.67	15				
	Hileras	1.96	3	0.65	0.09 ns	4.76	9.78
	Columnas	0.18	3	0.06	0.01 ns	4.76	9.78
	Trat.	421.18	3	140.39	18.57 **	4.76	9.78
	E.exp.	45.35	6	7.56			

FC: 9608.90
SCT: 168.67
SCh: 1.96
SCc: 0.18
SCT: 421.18
SCE: 45.35

Exportar Excel

DCL con Unidad Perdida

Para los cálculos de este diseño seguir los pasos del diseño DBCA Con Unidades Perdidas.

1.8 Diseño en Cuadrado Latino con Submuestras (DCL)

La diferencia con el diseño anterior es que se ingresa el número de submuestras y junto a la tabla de datos se muestra las sumatorias de cada una de las hileras respectivamente, cada una de las medias y sumatorias de cada tratamiento ordenadas.

Diseño Experimental - Diseño Cuadro Latino con submuestras

Pruebas de Rango Múltiple | Comparaciones Ortogonales | Polinomios Ortogonales

Variables
 Número de filas y columnas: 5 Número de decimales: 2
 Número de submuestras: 5 Homogeneidad ☐

Aceptar Calcular Nuevo Guardar Abrir

Datos

--	R1	R2	R3	R4
Tr	T3	T5	T1	T2
H1	52	49	43	38
H1	53	45	47	36
H1	50	53	41	39
H1	49	48	45	35
H1	51	50	39	42

--	Sum. H
H1	1235,00
H2	1140,00
H3	1100,00
H4	1250,00
H5	1166,00

Tr.	Sum.	Med.
T1	1188,00	47,52
T2	826,00	33,04
T3	1252,00	50,08
T4	1510,00	60,40
T5	1115,00	44,60

Ubicación de Rangos ☐ 1% ☒ 5%
 Restaurar valores

Sumatoria Total: 5891,00 CV: 27,64% \bar{x} : 47,13

Comparación múltiple | Ubicación de Rangos

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	13663,95	24				
Hilera	644,19	4	161,05	0,95 ns	3,26	5,41
Columna	363,47	4	90,87	0,54 ns	3,26	5,41
Trat.	9746,91	4	2436,73	14,36 **	3,26	5,41
Error.	2036,18	12	169,68	19,44 **	1,83	2,34
Em.	873,20	100	8,73			

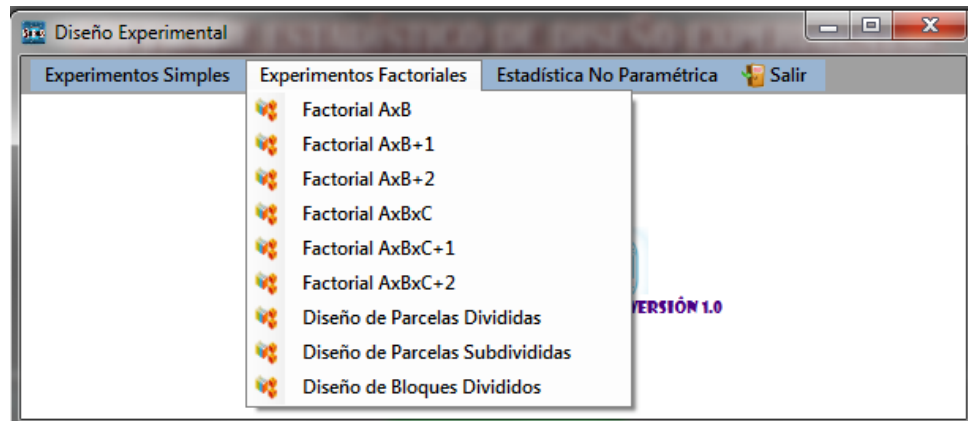
FC: 277631,05
 SCT: 13663,95
 SCh: 644,19
 SCc: 363,47
 SCT: 9746,91
 SCE: 2036,18
 SCEm: 873,20

Exportar Excel

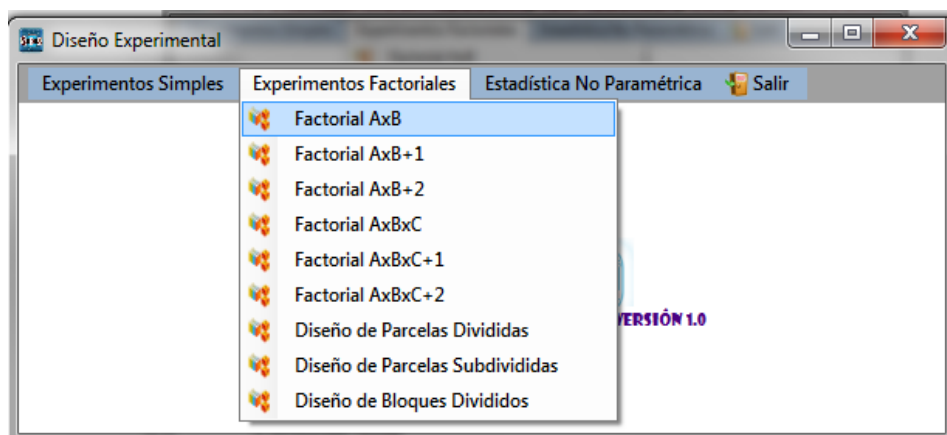
Para los respectivos cálculos seguimos los pasos de los diseños anteriores.

2. EXPERIMENTOS FACTORIALES

A continuación se muestra el siguiente menú de opciones a escoger en la clasificación de los Experimentos Factoriales.



2.1 Factorial AxB



1) Hacer click en la opción **Factorial AxB**, para luego proceder a abrir un ejercicio guardado o llenar los datos desde la ventana ingresando cada uno de los campos que se muestran para generar la tabla de datos.

Opciones de Ingresar los Datos

- Ingresar datos manualmente.
- Desde un Archivo ya guardado .sim. (Proceso ya explicado en el diseño t-pareada y sorteada)

Ingresar datos manualmente.

- ✓ Llenar los campos correspondientes al **Factor A**, **Factor B** **Número de Repeticiones** y **Número de decimales** para su posterior cálculo.
- ✓ Para este modelo además se debe seleccionar uno de los experimentos simples que anteriormente se menciono como: **DCA**, **DBCA** y **DCL**.
- ✓ A continuación click en **Aceptar** para activar la tabla donde se ingresaran los datos.

Diseño Factorial Ax8

Variables

Factor A: 2 No. decimales: 2 Diseño: DCA Homogeneidad ☐

Factor B: 3 No. repeticiones: 5

Aceptar Calcular Nuevo Guardar Abrir

Rangos Múltiples Comparaciones Ortogonales Polinomios Ortogonales

Datos

	R1	R2	R3	R4	R5
A1B1	169.5	174.2	179.2	184.0	189.5
A1B2	202.0	207.7	212.8	217.0	222.0
A1B3	204.8	210.2	215.0	220.0	225.2
A2B1	163.0	167.7	172.8	177.5	183.6
A2B2	193.3	198.2	203.0	207.6	213.2
A2B3	198.9	203.8	209.5	215.0	224.0

Sumatoria Total: --- CV: ---

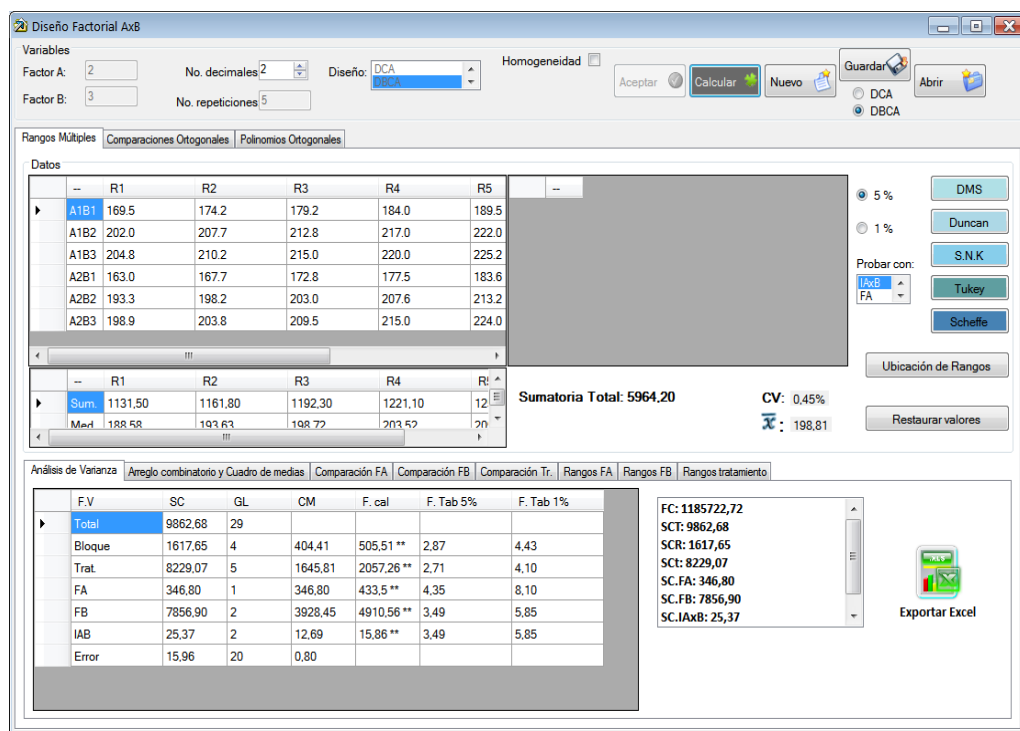
Análisis de Varianza

Arreglo combinatorio y Cuadro de medias Comparación FA Comparación FB Comparación Tr. Rangos FA Rangos FB Rangos tratamiento

F.V SC GL CM F. cal F. Tab 5% F. Tab 1%

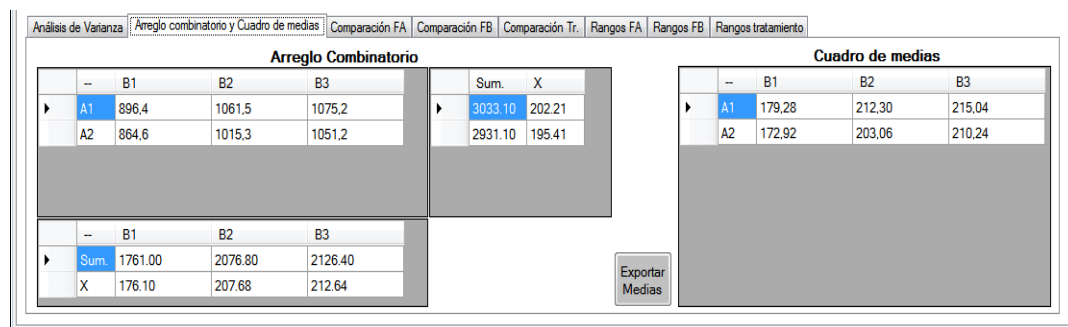
Exportar Excel

2) Al hacer click en **Calcular** parece la siguiente pantalla y si se desea homogenizar los datos realizar el mismo proceso que se detalló en el modelo DCA dando click en **Homogeneidad**.



3) En la ventana anterior se puede observar los resultados para un modelo AxB en DBCA, con sus respectivos cálculos.

4) Este modelo presenta el arreglo combinatorio y su respectivo cuadro de medias, dando click en la pestaña siguiente del **Análisis de Varianza**.



- 5) En el *Arreglo Combinatorio y Cuadro de Medias* se puede observar el botón **Exportar Medias** que guarda las medias del arreglo combinatorio de este diseño factorial a una hoja en Excel (Procedimiento ya explicado) para ser usada en la realización de gráficos o barras.
- 6) Para las habilitar las pestañas de **Comparaciones** y de **Rangos** tanto del **Factor A y B** respectivamente, se realiza un click en una de las pruebas de significación y a continuación otro en el botón **Ubicación de Rangos**. (Procedimiento explicado en diseño DCA- Pruebas de Rango Múltiple)

Análisis de Varianza					
Arreglo combinatorio y Cuadro de medias					
Comparación FA					
Comparación FB					
Comparación Tr.					
Comparaciones	Operacion	Diferencia	DMS	Sig.	
A1B3 vs A1B2	215,04 - 212,30	2,74	1,19	*	
A1B3 vs A2B3	215,04 - 210,24	4,80	1,19	*	
A1B3 vs A2B2	215,04 - 203,06	11,98	1,19	*	
A1B3 vs A1B1	215,04 - 179,28	35,76	1,19	*	
A1B3 vs A2B1	215,04 - 172,92	42,12	1,19	*	
A1B2 vs A2B3	212,30 - 210,24	2,06	1,19	*	
A1B2 vs A2B2	212,30 - 203,06	9,24	1,19	*	
A1B2 vs A1B1	212,30 - 179,28	33,02	1,19	*	
A1B2 vs A2B1	212,30 - 172,92	39,38	1,19	*	

Análisis de Varianza			
Arreglo combinatorio y Cuadro de medias			
Comparación FA			
Comparación FB			
Comparación Tr.			
Rangos FA			
Rangos FB			
Rangos tratamiento			
Tratamientos	Medias	DMS	
A1B3	215,04	A	
A1B2	212,3	B	
A2B3	210,24	C	
A2B2	203,06	D	
A1B1	179,28	E	
A2B1	172,92	F	

- 7) Para polinomios y comparaciones ortogonales dirigirse a las pestañas que están en la parte superior a continuación de **Rangos Múltiples** y seguir los mismos pasos ya explicados en el modelo DCA y poder visualizar los resultados.

Diseño Factorial AxB

Variables
 Factor A: 2 No. decimales: 2 Diseño: DCA DBCA Homogeneidad ☐
 Factor B: 3 No. repeticiones: 5

Guardar Abrir

Comparaciones Ortogonales

Datos comparaciones ortogonales

Probar con: B3 B2 B1

FA FB

B3 vs B1
B3 B2 vs B1

Listo! Calcular Nuevo

Abrir Guardar

	CO	B1	B2	B3	SC.CO
		1761	2076.8	2126.4	
►	CO1	1	1	-2	2870.42
	CO2	1	-1	0	4986.48

Condición	Condición	Valor
0	CO1 y C...	0
0		

ADEVA

	F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
►	Total	9862.68	29				
	Bloque	1617.65	4	404.41	505.51 **	2.87	4.43
	Trat.	8229.07	5	1645.81	2057.26 **	2.71	4.10
	FA	346.80	1	346.80	433.5 **	4.35	8.10
	FB	7856.90	2	3928.45	4910.56 **	3.49	5.85
	IAB	25.37	2	12.69	15.86 **	3.49	5.85

Sumatoria total SCCO: 7856.9

8) Para exportar estos datos a un archivo Excel dar click en **Exportar Excel**.

2.2 Factorial AxB+1

A diferencia del modelo anterior AxB aquí se debe ingresar datos de una fila más correspondiente al testigo, para luego realizar los mismos pasos del modelo anterior y obtener los resultados.

Diseño Factorial AxB+1

Variables
 Factor A: 2 No. decimales: 2 Diseño: DCA DBCA
 Factor B: 3 No. repeticiones: 5 Homogeneidad ☐ Aceptar Calcular Nuevo Guardar Abrir

Rangos Múltiples Comparaciones Ortogonales Polinomios Ortogonales

Datos

	R1	R2	R3	R4	R5
A1B2	202.0	207.7	212.8	217.0	222.1
A1B3	204.8	210.2	215.0	220.0	225.1
A2B1	163.0	167.7	172.8	177.5	182.1
A2B2	193.3	198.2	203.0	207.6	212.1
A2B3	198.9	203.8	209.5	215.0	220.1
T1	161.2	166.1	170.5	176.1	181.1
Sum.	1292.70	1327.90	1362.80	1397.20	1431.60
Med.	194.67	199.70	204.69	209.60	211.90

Probar con: ☒ 5 % ☐ 1 %
 DMS Duncan S.N.K. Tukey Scheffe
 Ubicación de Rangos Restaurar valores

Sumatoria Total: 6819.60 CV: 0.43%
 X: 194.85

Análisis de Varianza Areglo combinatorio y Cuadro de medias Comparación FA Comparación FB Comparación Tr. Rangos FA Rangos FB Rangos tratamiento

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	13413.93	34				
Bloque	1873.65	4	468.41	678.86 **	2.87	4.43
Trat.	11523.79	6	1920.63	2783.52 **	2.60	3.87
FA	346.80	1	346.80	502.61 **	4.35	8.10
FB	7856.90	2	3928.45	5693.41 **	3.49	5.85
IAB	25.37	2	12.69	18.39 **	3.49	5.85
Tgo vs R	3294.72	1	3294.72	4774.95 **	4.35	8.10
Error	16.49	24	0.69			

FC(a): 1328769,83
 SCT: 13413,93
 SCR: 1873,65
 SCT: 11523,79
 FC(b): 1185722,72
 SCTfact: 8229,07
 SC.FA: 346,80
 SC.FB: 7856,90

Exportar Excel

2.3 Factorial AxB+2

En este modelo se añaden dos filas más de datos correspondientes a dos testigos y los cálculos que estos generan. Proceder de la misma manera como en el Factorial AxB+1.

Diseño Factorial AxB+2

Variables
 Factor A: 2 No. decimales: 2 Diseño: DCA DBCA
 Factor B: 3 No. repeticiones: 5 Homogeneidad ☐ Aceptar Calcular Nuevo Guardar Abrir

Rangos Múltiples Comparaciones Ortogonales Polinomios Ortogonales

Datos

	--	R1	R2	R3	R4	R5
A1B3		204.8	210.2	215.0	220.0	221.0
A2B1		163.0	167.7	172.8	177.5	181.0
A2B2		193.3	198.2	203.0	207.6	211.0
A2B3		198.9	203.8	209.5	215.0	220.0
T1		161.2	166.1	170.5	176.1	181.0
T2		180.1	185.5	179.0	187.8	191.0

5 % 1 % Probar con: Trat FA DMS Duncan S.N.K. Tukey Scheffe Ubicación de Rangos Restaurar valores

Sumatoria Total: 7727,60 CV: 1,97%

Analisis de Varianza

	F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total		14280,18	39				
Bloque		1583,06	4	395,77	27,31 **	2,69	4,02
Trat		12291,38	7	1755,91	121,18 **	2,33	3,30
FA		346,80	1	346,80	23,93 **	4,17	7,56
FB		7856,90	2	3928,45	271,11 **	3,32	5,39
IAB		25,37	2	12,69	0,88 ns	3,32	5,39
T1 vs T2		276,68	1	276,68	19,09 **	4,17	7,56
Tgo vs R		3785,63	1	3785,63	261,26 **	4,17	7,56
Error		405,74	28	14,49			

FC(a): 1492895,04 SCT: 14280,18 SCR: 1583,06 SCt: 12291,38 SCE.exp: 405,74 FC(b): 1185722,72 SCtfact: 8229,07 SC.FA: 346,80 Exportar Excel

2.4 Factorial AxBxC

- 1) En el menú de los experimentos factoriales hacer click en la opción **Factorial AxBxC**, para luego proceder a abrir un ejercicio guardado o llenar los datos desde la ventana ingresando cada uno de los campos que se muestran para generar la tabla de datos.

Opciones de Ingresar los Datos

- Ingresar datos manualmente.
- Desde un Archivo ya guardado .sim.

Ingresar datos manualmente.

- ✓ Llenar los campos correspondientes al **Factor A**, **Factor B**, **Factor C**, **Número de Repeticiones** y **Número de decimales** para su posterior cálculo.
- ✓ Para este modelo además se debe seleccionar uno de los experimentos simples que anteriormente se menciono como: **DCA**, **DBCA** y **DCL**.
- ✓ A continuación click en **Aceptar** para activar la tabla donde se ingresaran los datos.

Variables

Factor A: 2 No. decimales: 3 Diseño: DCA Homogeneidad ☐

Factor B: 3 No. repeticiones: 4

Factor C: 3

Datos

	R1	R2	R3	R4
A1B...	13.97	15.80	14.40	14.99
A1B...	14.76	17.80	16.13	19.03
A1B...	18.49	20.46	18.24	20.45
A1B...	17.86	16.70	15.51	13.75
A1B...	14.24	20.03	15.60	18.66
A1B...	19.86	22.66	17.05	21.70
A1B...	16.61	15.64	15.70	17.84
A1B...	18.39	23.88	14.56	17.35

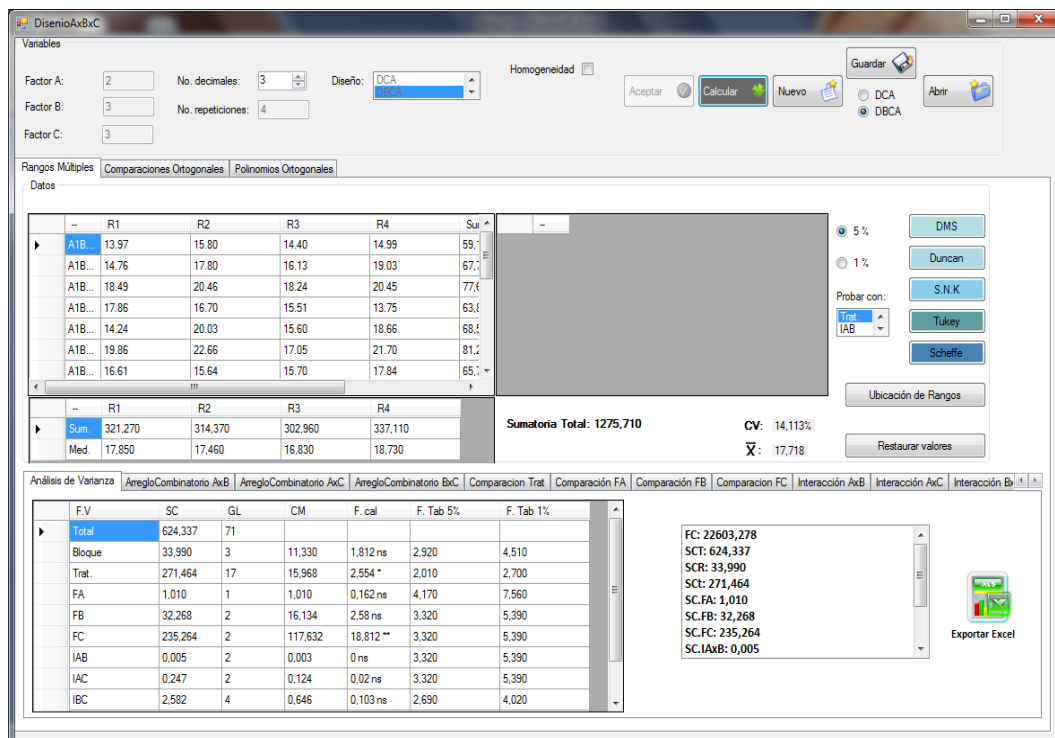
Sumatoria Total: --- **CV: ---** **\bar{x} : ---**

Análisis de Varianza

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
-----	----	----	----	--------	-----------	-----------

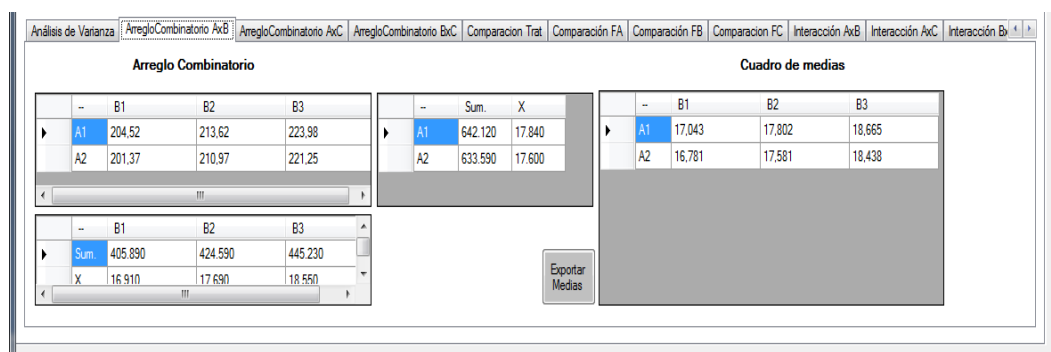
Exportar Excel

- 2) Al hacer click en **Calcular** parece la siguiente pantalla y si se desea homogenizar los datos realizamos el mismo proceso que se detallo en el modelo DCA dando click en **Homogeneidad**.



3) En la ventana anterior se puede observar los resultados para un modelo AxBxC en DBCA, con sus respectivos cálculos.

4) Este modelo presenta los arreglos combinatorios de la interacción de cada factor y su respectivo cuadro de medias, dando click en la pestaña junto a la del *Análisis de Varianza*.



5) En cada arreglo combinatorio y cuadro de medias respectivamente se puede observar el botón **Exportar Medias** el que guarda las medias de los arreglos combinatorios de este arreglo factorial a una hoja en Excel

- diseño DCA- Pruebas de Rango Múltiple)

	Tratamientos	Medias	DMS	Duncan
►	A1C3	20,24	A	A
	A2C3	19,84	A	A B
	A1C2	17,54	B	B C
	A2C2	17,41	B	C
	A1C1	15,73	B	C
	A2C1	15,54	B	C

- resultados.

DiseñoAxBxC

Variables

Factor A: 2 No. decimales: 3 Diseño: DCA Homogeneidad ☐

Factor B: 3 No. repeticiones: 4

Factor C: 3

Guardar

☐ DCA ☒ DBCA

Rangos Múltiples Comparaciones Ortogonales Polinomios Ortogonales

Datos del polinomio

PO	T1	T2	T3	SC PO
P01	-1	0	1	32.242
P02	1	-2	1	0.026

Probar con:

Sumatoria total SCPO: 32,269

ADEVA

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	624,337	71				
Bloque	33,990	3	11,330	1,812 ns	2,920	4,510
Trat.	271,464	17	15,968	2,554 *	2,010	2,700
FA	1,010	1	1,010	0,162 ns	4,170	7,560
FB	32,268	2	16,134	2,58 ns	3,320	5,390
FC	235,264	2	117,632	18,812 **	3,320	5,390
IAB	0,005	2	0,003	0 ns	3,320	5,390
IAC	0,247	2	0,124	0,02 ns	3,320	5,390
IBC	2,582	4	0,646	0,103 ns	2,690	4,020
IABC	0,088	4	0,022	0,004 ns	2,690	4,020
P01	32,242	1	32,242	5,156 *	4,170	7,560

8) Para exportar estos datos a un archivo Excel dar click en **Exportar Excel**.

2.5 Factorial AxBxC+1

A diferencia del modelo anterior AxBxC aquí se debe ingresar datos de una fila más correspondiente al testigo, para luego realizar los mismos pasos del modelo anterior y obtener los resultados.

DiseñoAxBxC_1

Variables

Factor A: 2 No. decimales: 3 Diseño: DCA Homogeneidad ☐

Factor B: 3 No. repeticiones: 4

Factor C: 3

Aceptar Calcular Nuevo Guardar DCA DBCA Abrir

Rangos Múltiples Comparaciones Ortogonales Polinomios Ortogonales

Datos

	R1	R2	R3	R4	Suma
A1B...	13.97	15.80	14.40	14.99	59.16
A1B...	14.76	17.80	16.13	19.03	67.72
A1B...	18.49	20.46	18.24	20.45	77.64
A1B...	17.86	16.70	15.51	13.75	63.82
A1B...	14.24	20.03	15.60	18.66	68.53
A1B...	19.86	22.66	17.05	21.70	81.27
A1B...	16.61	15.64	15.70	17.84	65.79
Sum.	340.390	332.540	322.290	356.130	
Med.	17.920	17.500	16.960	18.740	

5% 1% Probar con: Trt. IAB

DMS Duncan S.N.K. Tukey Scheffe

Ubicación de Rangos Restaurar valores

Sumatoria Total: 1351,350 CV: 13,723% \bar{X} : 17,781

Análisis de Varianza AregloCombinatorio AxB AregloCombinatorio AxC AregloCombinatorio BxC Comparación Trat. Comparación FA Comparación FB Comparación FC Interacción AxB Interacción AxC Interacción BxC

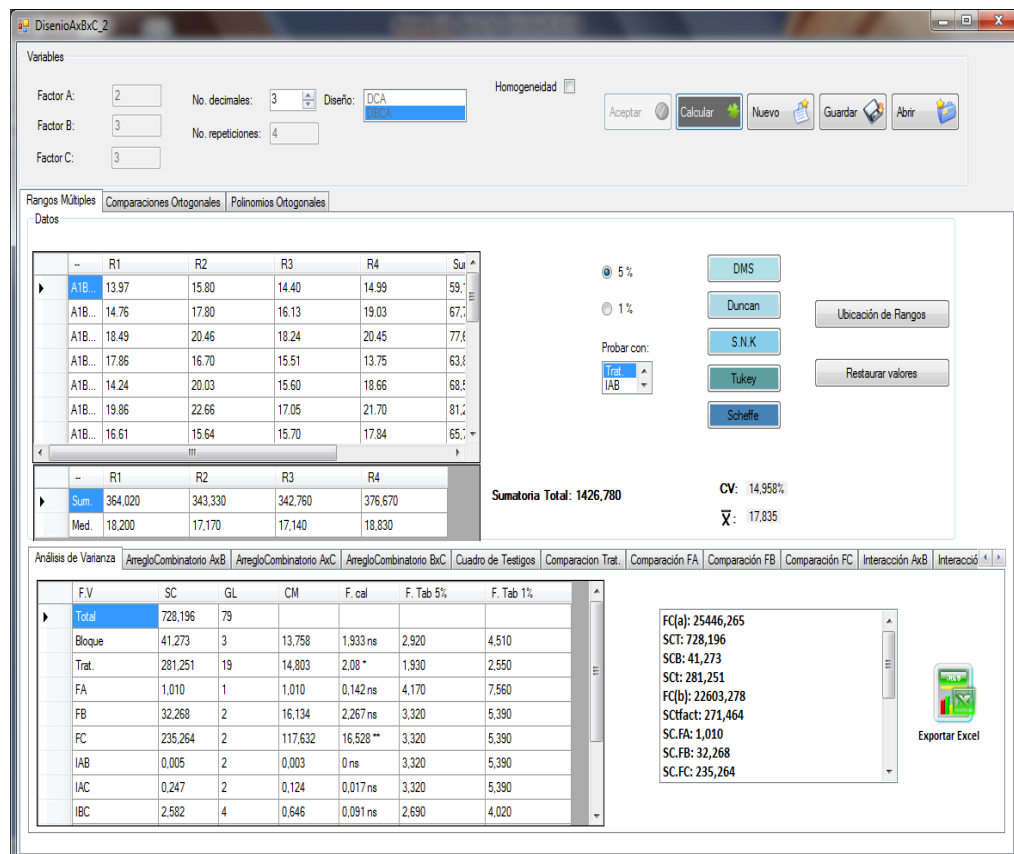
F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	630,500	75				
Bloque	32,153	3	10,718	1.8 ns	2,920	4,510
Trat.	276,847	18	15,380	2,583 **	1,930	2,550
FA	1,010	1	1,010	0,17 ns	4,170	7,560
FB	32,268	2	16,134	2,71 ns	3,320	5,390
FC	235,264	2	117,632	19,757 **	3,320	5,390
IAB	0,005	2	0,003	0,001 ns	3,320	5,390
IAC	0,247	2	0,124	0,021 ns	3,320	5,390
IBC	2,582	4	0,646	0,108 ns	2,690	4,020

FC(a): 24028,248
 SCT: 630,500
 SCR: 32,153
 SCT: 276,847
 FC(b): 22603,278
 SCfact: 271,464
 SC.FA: 1,010
 SC.FB: 32,268
 SC.FC: 235,264

Exportar Excel

2.6 Factorial AxBxC+2

En este modelo se añaden dos filas más de datos correspondientes a dos testigos y los cálculos que estos generan. Proceder de la misma manera como en el Factorial AxBxC+1.



2.7 Diseño Parcelas Divididas

- 1) El diseño de los componentes de esta ventana es similar al Factorial AxB con la única diferencia de que se muestra el Coeficiente de Variación para cada factor, $CV(a)$, $CV(b)$ y sus dos Errores Experimentales correspondientes a cada factor. El proceso es similar al que se siguió en AxB como se muestra en la siguiente ventana.

DiseñoParcelasDivididas

Variables
 Factor A: 2 No. decimales: 2 Diseño: DCA DBCA Homogeneidad ☐
 Factor B: 3 No. repeticiones: 4

Aceptar Calcular Nuevo Guardar Abrir

Rangos Múltiples Comparaciones Ortogonales Polinomios Ortogonales

Datos

--	R1	R2	R3	R4
A1B1	3.3	3.1	3.4	3.5
A1B2	4.6	4.4	4.5	4.3
A1B3	4.8	4.7	4.6	4.6
A2B1	2.2	2.4	2.3	2.5
A2B2	2.8	2.9	3.1	3.0
A2B3	3.5	3.7	3.3	3.2

Sumatoria Total: ---

CV(a): --- CV(b): ---

Análisis de Varianza

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%

Exportar Excel

- 2) A continuación presionar el botón **Calcular** para mostrar los resultados de este diseño, se puede notar que en la parte inferior de la tabla de datos se encuentra ubicadas todas las sumas intermedias pertenecientes a cada grupo o parcela (A1, A2, An), con sus respectivos colores para poder diferenciarlos y seguidamente las sumatorias de los bloques si fuese el caso de un DBCA.

DiseñoParcelasDivididas

Variables
 Factor A: 2 No. decimales: 2 Diseño: DCA Homogeneidad ☐
 Factor B: 3 No. repeticiones: 4

Aceptar Calcular Nuevo Guardar DCA DBCA Abrir

Rangos Múltiples Comparaciones Ortogonales Polinomios Ortogonales

Datos

		R1	R2	R3	R4	Suma
▶	A1B1	3.3	3.1	3.4	3.5	13.30
	A1B2	4.6	4.4	4.5	4.3	17.80
	A1B3	4.8	4.7	4.6	4.6	18.70
	A2B1	2.2	2.4	2.3	2.5	9.40
	A2B2	2.8	2.9	3.1	3.0	11.80
	A2B3	3.5	3.7	3.3	3.2	13.70

5% 1% Probar con: IAB FA

DMS Duncan S.N.K. Tukey Scheffe

Ubicación de Rangos Restaurar valores

Sumatoria Total: 84.70 \bar{x} : 3.53 CV(a): 4.91% CV(b): 4.91%

Análisis de Varianza Areglo combinatorio y Cuadro de medias Comparación FA Comparación FB Interacción AxB Rangos FA Rangos FB Rangos IxB

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Bloque	0.00	3		0 ns	3.29	5.42
FA	9.25	1	9.25	308.33 **	10.10	34.10
Error(a)	0.09	3	0.03			
FB	6.23	2	3.12	117 **	3.89	6.93
IAB	0.28	2	0.14	5.25 *	3.89	6.93
Error(b)	0.32	12	0.03			
Total	16.17	23				

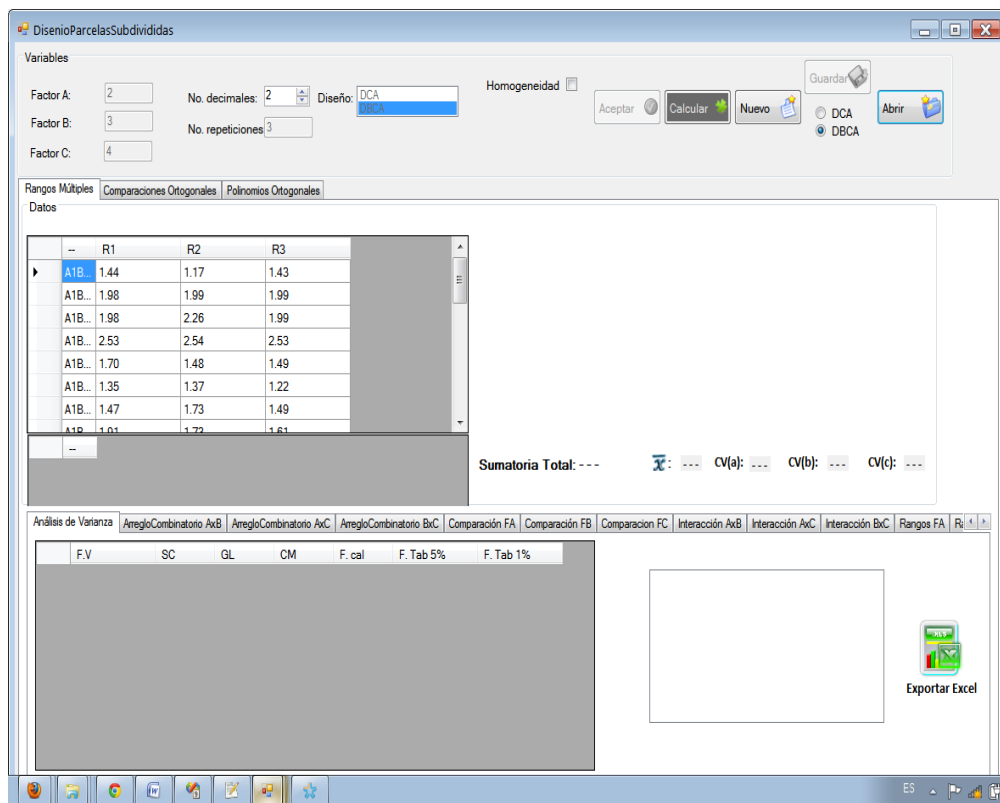
FC: 298.92
 SCPG: 9.34
 SCR: 0.00
 SCFA: 9.25
 SCError(a): 0.09
 SCT: 16.17
 SCFB: 6.23
 SC IxB: 0.28
 SCError(b): 0.32

Exportar Excel

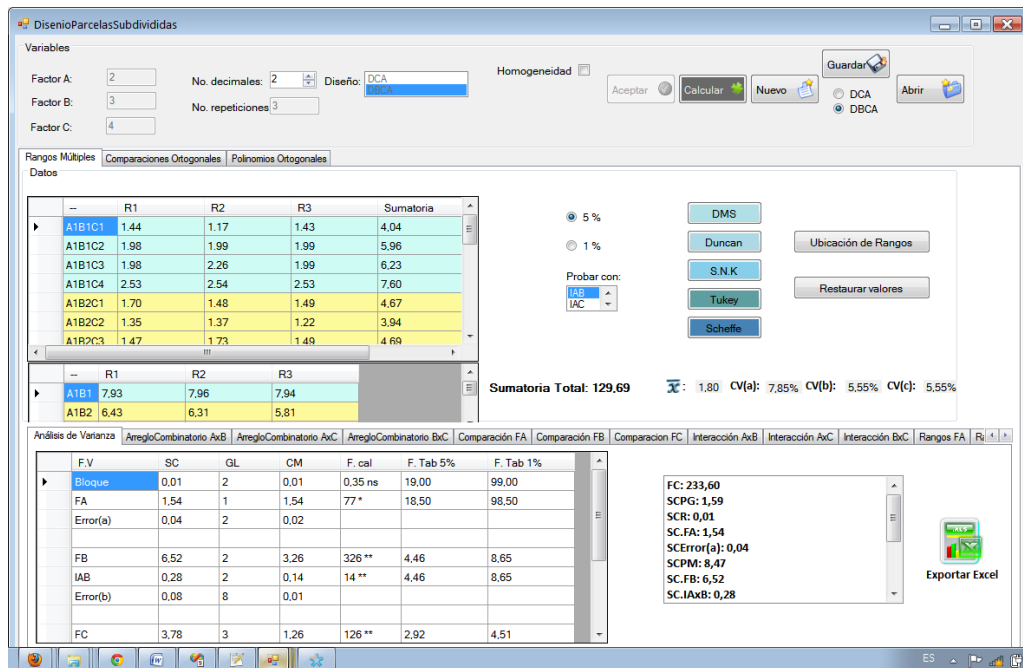
- 3) El proceso a seguir de los demás cálculos se los puede realizar como en el Factorial AxB.

2.8 Diseño Parcelas Subdivididas.

- 1) El diseño de los componentes de esta ventana es similar al Factorial AxBxC con la única diferencia de que se muestra el Coeficiente de Variación para cada factor, $CV(a)$, $CV(b)$, $CV(c)$ y sus tres Errores Experimentales correspondientes a cada factor. El proceso es similar al que se siguió en AxBxC, como se presenta en la siguiente ventana.



- 2) Ahora se puede presionar el botón **Calcular** para mostrar los resultados de este diseño, se puede notar que en la parte inferior de la tabla de datos se encuentra ubicadas todas las sumas intermedias de los grupos pertenecientes a las parcelas medias (A1B1, A2B1, AnBm), con sus respectivos colores para poder diferenciarlos y seguidamente las sumatorias de los bloques si fuese el caso de un DBCA.



- 3) El proceso a seguir de los demás cálculos se los puede realizar como en el Factorial $A \times B \times C$.

2.9 Diseño Bloques Divididos

- 1) El diseño de los componentes de esta ventana es similar al Factorial $A \times B$ con la única diferencia de que se muestra el Coeficiente de Variación para cada factor, $CV(a)$, $CV(b)$ y sus tres Errores Experimentales ahora correspondientes a cada factor y su interacción. El proceso es similar al que se siguió en $A \times B$, mostrándose la pantalla inicial con sus datos respectivos de la siguiente manera:

DiseñoBloquesDivididos

Variables
 Factor A: 2 No. decimales: 2 Diseño: **DBCA** Homogeneidad ☐
 Factor B: 4 No. repeticiones: 4

Aceptar Calcular Nuevo Guardar Abrir

Rangos Múltiples Comparaciones Ortogonales Polinomios Ortogonales

Datos

	R1	R2	R3	R4
A1B1	54.89	54.89	67.66	53.52
A1B2	35.11	38.86	33.45	28.27
A1B3	27.95	27.73	28.41	30.23
A1B4	58.18	34.64	58.58	41.70
A2B1	27.82	31.59	28.00	27.45
A2B2	47.27	44.47	45.91	46.25
A2B3	44.55	43.52	41.25	46.25
A2B4	22.75	21.14	21.70	22.50

Sumatoria Total: ---

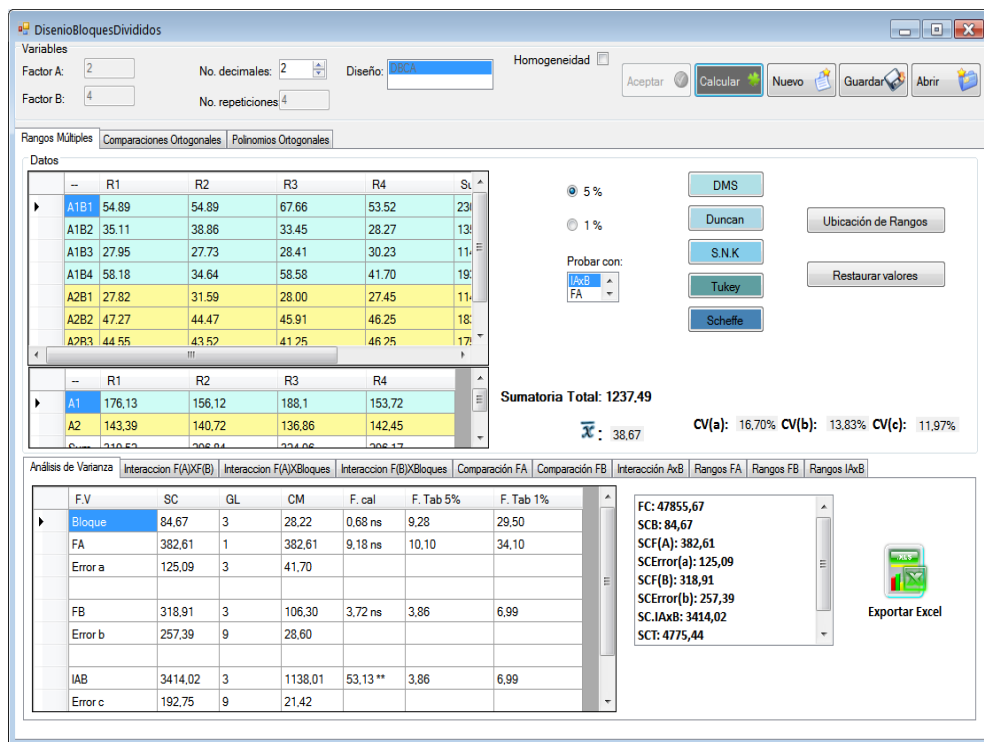
CV(a): --- CV(b): --- CV(c): ---

Análisis de Varianza Interacción F(A)X(F(B)) Interacción F(A)X(Bloques) Interacción F(B)X(Bloques) Comparación FA Comparación FB Interacción AxB Rangos FA Rangos FB Rangos IAXB

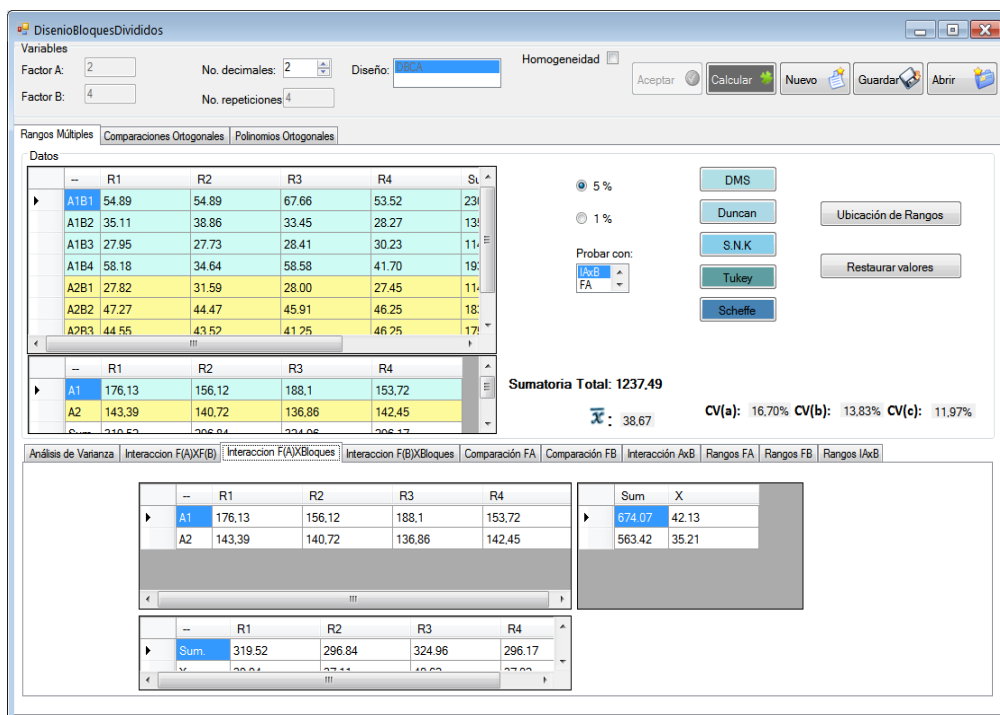
F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%

Exportar Excel

- 2) Ahora se puede presionar el botón **Calcular** para mostrar los resultados de este diseño, se puede notar que en la parte inferior de la tabla de datos se encuentra ubicadas todas las sumas intermedias pertenecientes a cada grupo o parcela (A1, A2, An), con sus respectivos colores para poder diferenciarlos y seguidamente las sumatorias de los bloques si fuese el caso de un DBCA.



3) En este diseño se presentan interacciones para los Factores A, B y de los Bloques respectivamente.



- 4) El proceso a seguir de los demás cálculos se los puede realizar como el Factorial AxB.

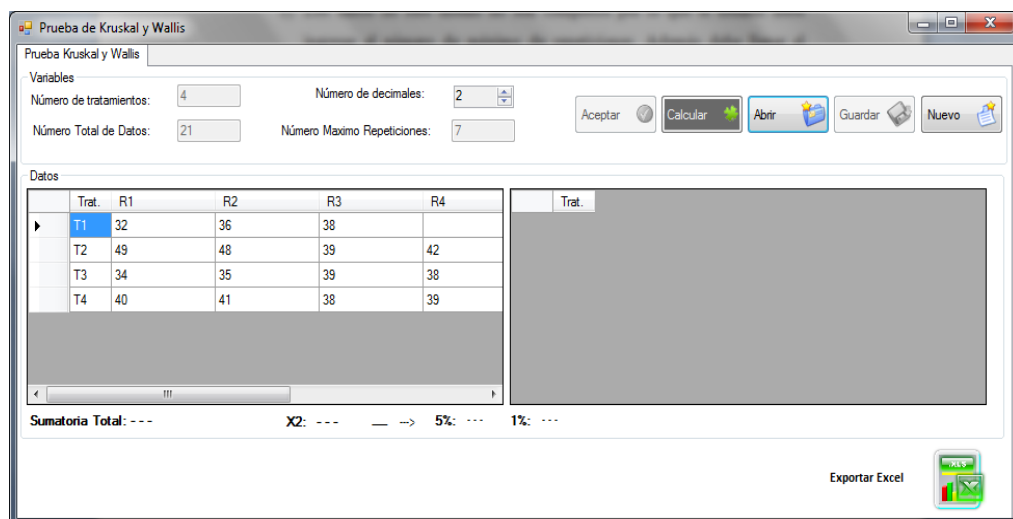
3. ESTADÍSTICA NO PARAMÉTRICA

Se presenta el Siguiente Menú de Opciones.



3.1 Prueba de Kruskal y Wallis

- 1) Los datos de este diseño no son completos por lo que el usuario debe ingresar el *Número de máximo de repeticiones*, *Número de tratamientos* y *Total de datos* que se ingresara en la tabla además del *Número de decimales* a utilizarse en este diseño.



Trat.	R1	R2	R3	R4
T1	32	36	38	
T2	49	48	39	42
T3	34	35	39	38
T4	40	41	38	39

- 2) A continuación presionar el botón **Calcular** para mostrar los resultados de este diseño, se puede notar que en la parte derecha de la tabla de datos se encuentra ubicadas los resultados de los rangos con su respectiva sumatoria y media. En la parte inferior se encuentran los resultados de X^2 , **Grados de libertad** y sus respectivos cálculos de significancia, para 5 y 1%.

Prueba de Kruskal y Wallis

Variables

Número de tratamientos: 4 Número de decimales: 2

Número Total de Datos: 21 Número Máximo Repeticiones: 7

Aceptar **Calcular** Abrir Guardar Nuevo

Datos

Trat.	R1	R2	R3	R4
T1	32	36	38	
T2	49	48	39	42
T3	34	35	39	38
T4	40	41	38	39

Trat.	R1	R2	R3	R4
T1	32,00	36,00	38,00	0,00
Rango	1,00	4,50	8,00	0,00
T2	49,00	48,00	39,00	42,00
Rango	21,00	20,00	11,00	16,50
T3	34,00	35,00	39,00	38,00
Rango	2,00	3,00	11,00	8,00
T4	40,00	41,00	38,00	39,00

Sumatoria Total: 231,00 X2: 13,59** 3 gl -> 5%: 7,815 1%: 11,345

Exportar Excel

- 3) Para utilizar los demás controles que se presentan se puede seguir el mismo proceso que se siguió en los diseños anteriores.

3.2 Prueba de Friedman

- 1) Los datos de este diseño son completos y el usuario debe ingresar el **Número de de tratamientos** y el **Número de repeticiones** además del **Número de decimales** para ingresar los datos en la tabla.

Prueba de Friedman

p

Número de tratamientos: 4 Número de decimales: 2

Número de repeticiones: 9

Aceptar Calcular Abrir Guardar Nuevo

Datos

Trat.	R1	R2	R3	R4
T1	24	27	19	24
T2	26	27	22	27
T3	25	26	20	25
T4	22	24	16	23

Sumatoria Total: --- X2: --- 5%: --- 1%: ---

Exportar Excel

- 2) A continuación presionar el botón **Calcular** para mostrar los resultados de este diseño, se puede notar que en la parte derecha de la tabla de datos se encuentra ubicadas los resultados de los rangos con su respectiva sumatoria y media. En la parte inferior se encuentran los resultados de X^2 , **Grados de libertad** y sus respectivos cálculos de significancia, para 5 y 1%.

Prueba de Friedman

p

Número de tratamientos: 4 Número de decimales: 2

Número de repeticiones: 9

Aceptar Calcular Abrir Guardar Nuevo

Datos

Trat.	R1	R2	R3	R4
T1	24	27	19	24
T2	26	27	22	27
T3	25	26	20	25
T4	22	24	16	23

Trat.	R1	R2	R3	R4
T1	24,00	27,00	19,00	24,00
Rango	2,00	3,50	2,00	2,00
T2	26,00	27,00	22,00	27,00
Rango	4,00	3,50	4,00	4,00
T3	25,00	26,00	20,00	25,00
Rango	3,00	2,00	3,00	3,00
T4	22,00	24,00	16,00	23,00

Sumatoria Total: 90,00 X2: 20,03** 3 gl --> 5%: 7,815 1%: 11,345

Exportar Excel

- 3) Para utilizar los demás controles que se presentan se puede seguir el mismo proceso que se siguió anteriormente.

4. LISTADO DE EJERCICIOS PROPUESTOS

Para una mejor aplicación del manual de usuario se ha elaborado un listado de ejercicios para cada uno de los Diseños Experimentales los cuales fueron tomados del libro: “Métodos Estadísticos aplicados al Diseño de Experimentos” Edición 2011, de la autoría del Ing. Raúl Barragán MSc.

EXPERIMENTOS SIMPLES:

Ejercicio 1: (t - Sorteada)

Se realizó un experimento para determinar el efecto de 2 balanceados (B1 y B2) en el incremento del peso de 20 pollos de un día de nacidos. Por factores ajenos al investigador 3 pollos que estuvieron asignados al balanceado uno murió, quedando 7, en cambio del grupo de pollos que estuvieron alimentándose con el balanceado dos todos sobrevivieron. Los resultados del peso obtenido en libras a los 45 días de iniciado el ensayo fueron los siguientes:

Balanceado 1	Balanceado 2
X1	X2
6.2	7.1
6.4	5.1
6.9	5.5
8.1	5.3
6.1	5.7
5.8	5.9
7.3	5.3
	5.0
	5.4
	6.1

Ejercicio 2: (t – Pareada)

Se realizó una investigación para determinar si existe diferencia de rendimiento lechero en 9 vacas, las que inicialmente se alimentaban de pasto, luego a más de eso recibieron un suplemento de balanceado, los resultados obtenidos en litros por día se presentan a continuación:

vaca	Alimentación pastoreo	Alimentación Pastoreo + balanceado
	T1	T2
1	8.3	9.8
2	9.1	10.4
3	10.4	12.6
4	9.3	11.7
5	8.5	9.9
6	9.2	10.7
7	11.4	13.8
8	8.7	10.5
9	9.5	11.3

Ejercicio 3: (DCA)

Se realizó un trabajo de investigación con la finalidad de determinar el rendimiento de cinco variedades de tomate riñón bajo cubierta. El ensayo fue efectuado bajo una Distribución Completamente al Azar, con cuatro repeticiones por variedad. Los resultados se obtuvieron en kilogramos por parcela y se transformaron a toneladas por hectárea.

Variedades	Repeticiones			
	I	II	III	IV
V1	80.2	80.7	77.6	81.5
V2	75.7	78.4	81.2	74.3
V3	88.5	86.7	85.6	79.5
V4	70.5	75.2	68.4	74.6
V5	93.8	95.4	90.1	98.7

Ejercicio 4: (DCA Incompleto)

Se hizo un estudio para determinar el efecto de cuatro tipos de forraje en el incremento del peso en conejos. Se utilizaron 28 conejos de 50 días y fueron distribuidos al azar en 4 grupos a los que se les dieron las siguientes dietas:

D1	D2	D3	D4
5.5	4.8	5.9	4.3
5.4	5.0	6.0	4.1
6.1	4.7	5.7	4.9
6.0	4.9	5.6	4.4
5.8	4.6	5.3	
5.7		5.8	
5.2			

Ejercicio 5: (DBCA)

Se realizó un experimento para evaluar el rendimiento de 6 variedades de cebolla de bulbo y, se decide utilizar un Diseño de Bloques Completos al Azar, con 4 repeticiones. Los resultados del rendimiento en toneladas por hectárea fueron los siguientes:

Variedades	Bloques			
	I	II	III	IV
V1	13.3	14.2	12.7	14.9
V2	12.4	11.3	11.8	12.9
V3	11.1	10.4	11.6	10.2
V4	14.8	13.5	15.1	14.4
V5	11.1	13.1	11.0	12.3
V6	10.2	12.7	11.8	13.1

Ejercicio 6: (DBCA con submuestras)

Se realizó un estudio para determinar el crecimiento de larvas de camarón en cuatro diferentes tipos de agua, el ensayo fue efectuado bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La repetición o bloque correspondió a las camaroneras. Los resultados en Kg. luego del primer muestreo se presentan a continuación:

Tip. agua	c a m a r o n e r a s		
	C1	C2	C3
T1	0.65 0.68	0.72 0.69	0.73 0.71
T2	0.55 0.53	0.61 0.58	0.51 0.54
T3	0.36 0.33	0.33 0.35	0.39 0.38
T4	0.16 0.14	0.18 0.17	0.18 0.16

Ejercicio 7: (DCL)

Se realizó un experimento para evaluar rendimiento en toneladas por hectárea de cuatro variedades de papa. El ensayo fue efectuado a nivel de campo en condiciones en las que la pendiente no estaba orientada en un solo sentido, por lo que fue necesario utilizar un Diseño en Cuadrado Latino.

Columna	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Hilera 1	V4 18.1	V1 23.1	V3 19.5	V2 36.6
Hilera 2	V2 31.8	V3 21.2	V1 24.9	V4 19.7
Hilera 3	V3 22.7	V4 22.6	V2 33.5	V1 21.6
Hilera 4	V1 25.7	V2 30.4	V4 20.3	V3 20.4

Ejercicio 8: (DCL con submuestras)

Se realizó un experimento con cinco variedades de fréjol, en las que una de las variables en estudio fue la altura de plantas a los 90 días de la siembra. Como las condiciones del suelo presentaban variaciones en los dos sentidos, se consideró importante utilizar un Diseño en Cuadrado Latino. En vista de que las unidades experimentales eran muy grandes, fue necesario tomar 5 muestras de 4 plantas y de cada muestra se sacó el promedio. Los resultados obtenidos en centímetros se presentan a continuación.

V1 = Paragachi
V2 = Panamito
V3 = Cargabello

V4 = Calima
V5 = Canario

ALTURA DE PLANTAS A LOS 90 DÍAS

I	II	III	IV	V
V3 52-53-50-49-51	V5 49-45-53-48-50	VI 43-47-41-45-39	V2 38-36-39-35-42	V4 66-63-64-68-69
V2 31-34-36-35-34	V4 64-61-60-68-67	V5 37-35-34-38-41	VI 50-46-51-49-52	V3 43-41-44-42-47
V5 36-40-32-37-35	V2 29-22-31-35-18	V3 50-48-55-46-51	V4 55-54-56-58-52	VI 52-50-53-51-54
V4 64-61-65-68-62	VI 44-41-49-45-41	V2 37-32-38-41-37	V3 51-49-54-53-48	V5 54-51-53-57-55
VI 49-45-48-52-51	V3 55-53-51-57-59	V4 53-50-55-52-55	V5 47-44-46-50-48	V2 29-30-33-28-26

EXPERIMENTOS FACTORIALES

Ejercicio 9: (Factorial AxB)

En una investigación en maíz se determinó el efecto en la altura de dos fuentes de Nitrógeno, Urea y Nitrato de Amonio con tres dosis, 40, 80 y 120 Kg / ha. Se debe aclarar que el cálculo de las cantidades de Nitrógeno, se hizo tomando en consideración las fuentes de este elemento. El ensayo fue realizado bajo un Diseño de Bloques Completos al azar, con cinco repeticiones y un arreglo factorial A x B, en el que A corresponde a las fuentes y B a las dosis.

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	IV	V
F1D1	169.5	174.2	179.2	184.0	189.5
F1D2	202.0	207.7	212.8	217.0	222.0
F1D3	204.8	210.2	215.0	220.0	225.2
F2D1	163.0	167.7	172.8	177.5	183.6
F2D2	193.3	198.2	203.0	207.6	213.2
F2D3	198.9	203.8	209.5	215.0	224.0

Ejercicio 10: (Factorial AxB+1)

A los resultados de la altura de plantas en cm a los 90 días, se adiciona un testigo con abono a base de materia orgánica verde.

Tratamientos	I	Repeticiones			
		II	III	IV	V
F1D1	169.5	174.2	179.2	184.0	189.5
F1D2	202.0	207.7	212.8	217.0	222.0
F1D3	204.8	210.2	215.0	220.0	225.2
F2D1	163.0	167.7	172.8	177.5	183.6
F2D2	193.3	198.2	203.0	207.6	213.2
F2D3	198.9	203.8	209.5	215.0	224.0
Testigo	161.2	166.1	170.5	176.1	181.5

Ejercicio 11: (Factorial AxB+2)

Continuando con el ensayo de del factorial A x B a los resultados de la altura de plantas en cm a los 90 días, se adiciona al testigo de la materia orgánica, un tratamiento que contiene bovinaza. Los resultados se presentan a continuación:

Tratamientos	I	Repeticiones			
		II	III	IV	V
F1D1	169.5	174.2	179.2	184.0	189.5
F1D2	202.0	207.7	212.8	217.0	222.0
F1D3	204.8	210.2	215.0	220.0	225.2
F2D1	163.0	167.7	172.8	177.5	183.6
F2D2	193.3	198.2	203.0	207.6	213.2
F2D3	198.9	203.8	209.5	215.0	224.0
Testigo 1	161.2	166.1	170.5	176.1	181.5
Testigo 2	180.1	185.5	179.0	187.8	175.6

Ejercicio 12: (Factorial AxBxC)

Se utilizó la variable rendimiento de la tesis de grado “Utilización de bacterias fijadoras de nitrógeno y solubilizadoras de fósforo en el cultivo de brócoli”, cuyos autores fueron Alexandra Nicolalde y Quintana Diego Los datos obtenidos bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar, con cuatro, repeticiones, se presentan a continuación:

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	IV
T1 p1d1n1	13.97	15.80	14.40	14.99
T2 p1d1n2	14.76	17.80	16.13	19.03
T3 p1d1n3	18.49	20.46	18.24	20.45
T4 p1d2n1	17.86	16.70	15.51	13.75
T5 p1d2n2	14.24	20.03	15.60	18.66
T6 p1d2n3	19.86	22.66	17.05	21.70
T7 p1d3n1	16.61	15.64	15.70	17.84
T8 p1d3n2	18.39	23.88	14.56	17.35
T9 p1d3n3	25.36	17.71	20.37	20.57
T10 p2d1n1	15.01	10.54	13.75	18.75
T11 p2d1n2	16.51	17.01	18.32	15.71
T12 p2d1n3	18.18	15.85	17.12	24.62
T13 p2d2n1	18.25	16.54	13.05	15.14
T14 p2d2n2	19.14	12.44	19.76	16.79
T15 p2d2n3	18.82	22.53	19.39	19.12
T16 p2d3n1	15.60	13.03	17.65	19.20
T17 p2d3n2	20.69	14.03	18.64	19.90
T18 p2d3n3	19.53	21.72	17.72	23.54

Ejercicio 13: (Factorial $A \times B \times C + 1$)

A los datos del rendimiento del ensayo en brócoli que fue realizado bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar, con cuatro, repeticiones, se le agregó un tratamiento adicional que corresponde a un testigo con fertilización química.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	IV
T1 p1d1n1	13.97	15.80	14.40	14.99
T2 p1d1n2	14.76	17.80	16.13	19.03
T3 p1d1n3	18.49	20.46	18.24	20.45
T4 p1d2n1	17.86	16.70	15.51	13.75
T5 p1d2n2	14.24	20.03	15.60	18.66
T6 p1d2n3	19.86	22.66	17.05	21.70
T7 p1d3n1	16.61	15.64	15.70	17.84
T8 p1d3n2	18.39	23.88	14.56	17.35
T9 p1d3n3	25.36	17.71	20.37	20.57
T10 p2d1n1	15.01	10.54	13.75	18.75
T11 p2d1n2	16.51	17.01	18.32	15.71
T12 p2d1n3	18.18	15.85	17.12	24.62
T13 p2d2n1	18.25	16.54	13.05	15.14
T14 p2d2n2	19.14	12.44	19.76	16.79
T15 p2d2n3	18.82	22.53	19.39	19.12
T16 p2d3n1	15.60	13.03	17.65	19.20
T17 p2d3n2	20.69	14.03	18.64	19.90
T18 p2d3n3	19.53	21.72	17.72	23.54
Testigo	19.12	18.17	19.33	19.02

Ejercicio 14: (Factorial AxBxC+2)

A los datos del rendimiento del ensayo en brócoli que fue realizado bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar, con cuatro, repeticiones, se le agregó un tratamiento adicional que corresponde a un testigo con fertilización química, más un tratamiento sin fertilizante.

TRATAMIENTOS	I	REPETICIONES		
		II	III	IV
T1 p1d1n1	13.97	15.80	14.40	14.99
T2 p1d1n2	14.76	17.80	16.13	19.03
T3 p1d1n3	18.49	20.46	18.24	20.45
T4 p1d2n1	17.86	16.70	15.51	13.75
T5 p1d2n2	14.24	20.03	15.60	18.66
T6 p1d2n3	19.86	22.66	17.05	21.70
T7 p1d3n1	16.61	15.64	15.70	17.84
T8 p1d3n2	18.39	23.88	14.56	17.35
T9 p1d3n3	25.36	17.71	20.37	20.57
T10 p2d1n1	15.01	10.54	13.75	18.75
T11 p2d1n2	16.51	17.01	18.32	15.71
T12 p2d1n3	18.18	15.85	17.12	24.62
T13 p2d2n1	18.25	16.54	13.05	15.14
T14 p2d2n2	19.14	12.44	19.76	16.79
T15 p2d2n3	18.82	22.53	19.39	19.12
T16 p2d3n1	15.60	13.03	17.65	19.20
T17 p2d3n2	20.69	14.03	18.64	19.90
T18 p2d3n3	19.53	21.72	17.72	23.54
Testigo 1	19.12	18.17	19.33	19.02
Testigo 2	23.63	10.79	20.47	20.54

Ejercicio 15: (Diseño de Parcelas Divididas)

Se hizo un estudio para determinar el efecto de tres tipos de fertilización en el rendimiento de dos variedades de cebada maltera. Como antecedentes debe indicarse que una de las variedades (V1), era hexástica y la otra (V2), dística. El ensayo fue realizado bajo un diseño de parcelas divididas, con una distribución de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, correspondiendo la parcela principal o parcela grande a las variedades y la sub parcela a los tipos de fertilización. Los resultados obtenidos en toneladas por hectárea, se presentan en el siguiente cuadro:

Var.	Fert.	Repeticiones			
		I	II	III	IV
Var. 1	F1	3.3	3.1	3.4	3.5
	F2	4.6	4.4	4.5	4.3
	F3	4.8	4.7	4.6	4.6
Var. 2	F1	2.2	2.4	2.3	2.5
	F2	2.8	2.9	3.1	3.0
	F3	3.5	3.7	3.3	3.2

Ejercicio 16: (Diseño de Parcelas Subdivididas)

A continuación se cita un ejemplo de una investigación en una tesis de grado, cuyo título es “Efecto de 4 abonos orgánicos y 3 distancias de siembra en las características agronómicas en 2 variedades de fréjol” cuyo autor es el señor Diego Obando. El ensayo fue realizado con un Diseño de Parcelas Subdivididas, bajo una distribución de Bloques Completos al Azar, con tres repeticiones, correspondiendo a la parcela grande las variedades, la sub-parcela a las distancias y a la sub-sub parcela los tipos de abono. Con los resultados obtenidos en quintales de grano tierno por hectárea realizar el Análisis de varianza.

TRATAMIENTOS		REPETICIONES		
		I	II	III
VID1	A1	1.44	1.17	1.43
	A2	1.98	1.99	1.99
	A3	1.98	2.26	1.99
	A4	2.53	2.54	2.53
VID2	A1	1.70	1.48	1.49
	A2	1.35	1.37	1.22
	A3	1.47	1.73	1.49
	A4	1.91	1.73	1.61
VID3	A1	1.34	1.23	1.23
	A2	1.32	1.32	1.31
	A3	1.31	1.52	1.53
	A4	1.72	1.73	1.65
V2D1	A1	1.72	1.78	1.63
	A2	2.74	2.73	2.77
	A3	2.82	2.85	2.73
	A4	2.54	2.51	2.54
V2D2	A1	1.51	1.53	1.61
	A2	1.70	1.73	1.72
	A3	1.90	1.91	1.87
	A4	1.93	2.12	2.13
V2D3	A1	1.35	1.36	1.41
	A2	1.44	1.53	1.51
	A3	1.18	1.52	1.63
	A4	2.02	2.03	2.10

Ejercicio 17: (Diseño de Bloques Divididos)

Para este caso se ha tomado como ejemplo el estudio de tesis “Eficiencia Productiva de cuatro variedades de sandía (*Citrullus lanatus* T.) bajo el sistema de riego por goteo y exudación en la zona de Cuambo” realizado por Galiano y Chafuelan en 2007.

		I	II	III	IV
Goteo	V1	54.89	54.89	67.66	53.52
	V2	35.11	38.86	33.45	28.27
	V3	27.95	27.73	28.41	30.23
	V4	58.18	34.64	58.58	41.70
Exudación	V1	27.82	31.59	28.00	27.45
	V2	47.27	44.47	45.91	46.25
	V3	44.55	43.52	41.25	46.25
	V4	23.75	21.14	21.70	22.50

ESTADISTICA NO PARAMETRICA

Ejercicio 18: (Prueba de Kruskal y Wallis)

Para comparar la efectividad de 4 insecticidas, se toman 21 lotes de 50 insectos cada uno. A 3 se les aplica el insecticida A, a 6 el B, a 7 el C y a 5 el D. El número de insectos muertos por lote después de 48 horas se presenta a continuación:

I A	Rango	I B	Rango	I C	Rango	I D	Rango
32	1.0	49	21.0	34	2.0	40	13.5
36	4.5	48	20.0	35	3.0	41	15.0
38	8.0	39	11.0	39	11.0	38	8.0
		42	16.5	38	8.0	39	11.0
		46	18.0	40	13.5	42	16.5
		47	19.0	36	4.5		
				37	6.0		

Ejercicio 19: (Prueba de Kruskal y Wallis)

Se ha diseñado un experimento de pruebas de degustación de modo que 4 marcas de café sean calificadas por 9 degustadores. La escala de calificación establecida para esta investigación es de 7 puntos, siendo 1 = extremo desagradable y 7 = extremo agradable. Las variables analizadas fueron: sabor, aroma, cuerpo y acidez.

En este ejemplo, se ha calificado variable por variable y luego se ha procedido a sumar los rangos, sin embargo también es factible hacer el análisis en forma individual.

Degustadores	A	Rangos	B	Rangos	C	Rangos	D	Rangos
1	24	2.0	26	4.0	25	3.0	22	1.0
2	27	3.5	27	3.5	26	2.0	24	1.0
3	19	2.0	22	4.0	20	3.0	16	1.0
4	24	2.0	27	4.0	25	3.0	23	1.0
5	22	2.5	25	4.0	22	2.5	21	1.0
6	26	3.0	27	4.0	24	1.5	24	1.5
7	27	4.0	26	3.0	22	1.0	23	2.0
8	25	3.0	27	4.0	24	2.0	21	1.0
9	22	3.0	23	4.0	20	2.0	19	1.0

5. RECOMENDACIONES

- ✓ Utilizar el software debe tener conocimientos básicos de como se realiza el proceso de cálculo de cada uno de estos diseños.
- ✓ Tener conocimientos básicos de computación.
- ✓ Revisar los ejercicios de ejemplo que vienen adjuntos en la carpeta del proyecto para conocer el funcionamiento de este software, ya que estos ejercicios han sido probados como base de soporte para los respectivos cálculos de cada diseño.
- ✓ Llenar los campos que se requieren llenar poner datos validos ya que el software enviara mensajes de error al intentar realizar sus respectivos cálculos.
- ✓ Revisar este manual ya que se encuentran detallados cada uno de los pasos a seguir.

ANEXO B



Software Estadístico Didáctico de Diseño Experimental

MANUAL DE INSTALACION

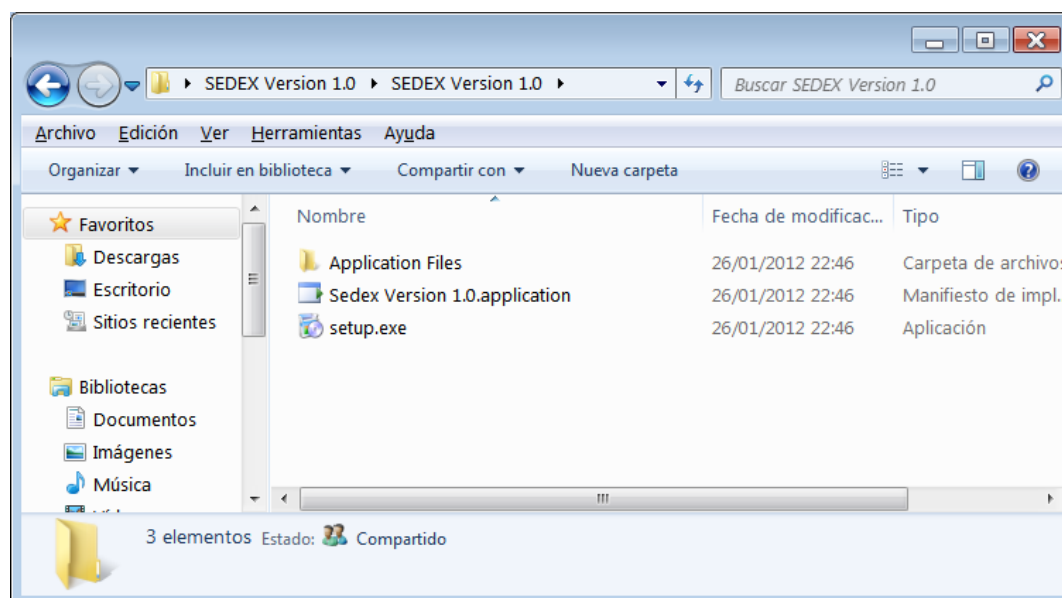


1. DESARROLLO

A continuación se especifica los requerimientos básicos para la instalación y ejecución del Sistema “*Métodos Estadísticos Didácticos de Diseño Experimental SEDEX* versión 1.0”.

1.1 Contenido del Paquete:

1. Aplicación implementada en Visual Studio 2008 en lenguaje C#
2. Framework de Desarrollo .net 4.0
3. Ejercicios de Prueba



1.2 Requerimientos previos

1. Requisitos del Sistema:
 - a. Compatible con Windows XP, Vista y Windows 7
 - b. Procesador Intel Pentium 4 ó superior(recomendable que sea superior)
 - c. Memoria Ram mínimo 1 GB
 - d. Espacio disponible en el disco 100MB

2. Requisitos de Software:

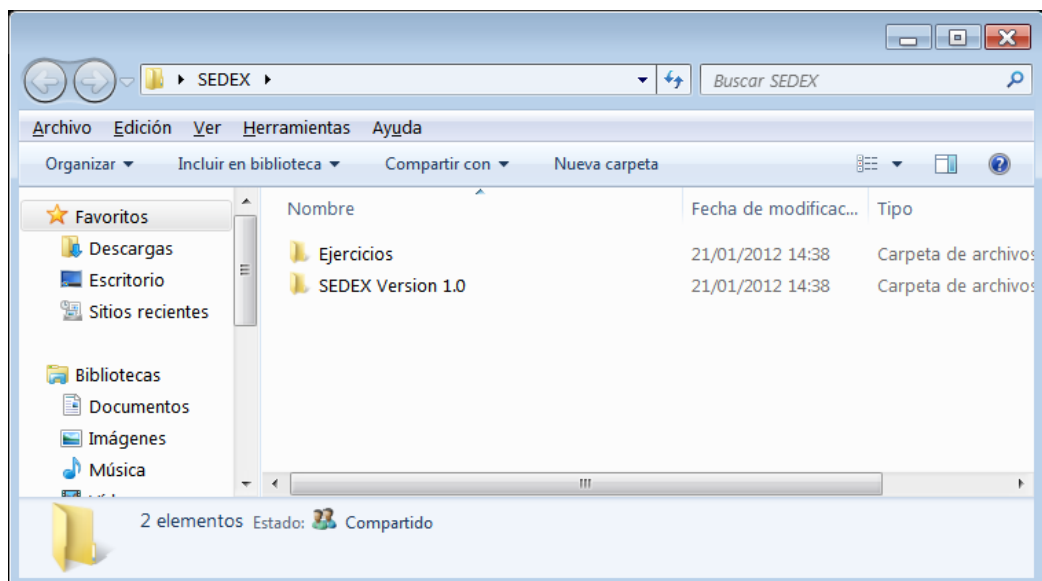
- a. Framework 4.0 de .net
- b. Microsoft Excel

1.3 Instalación de software requerido

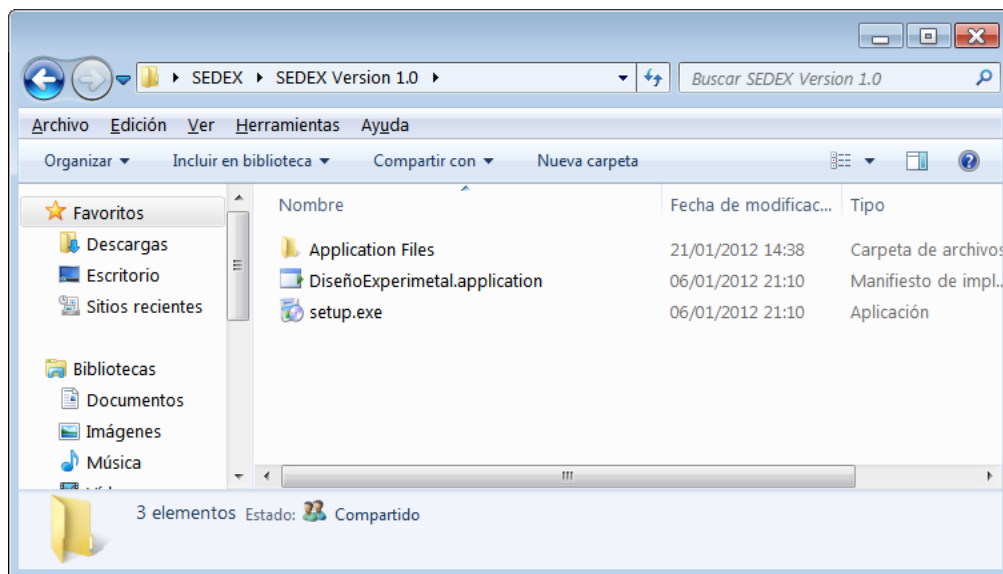
1. Instalar el Framework 4.0 de .net
2. Verificar si Microsoft Excel está Instalado caso contrario proceder a su instalación.

1.4 Instalación del Sistema “Métodos Estadísticos Didácticos de Diseño Experimental – SEDEX 1.0”

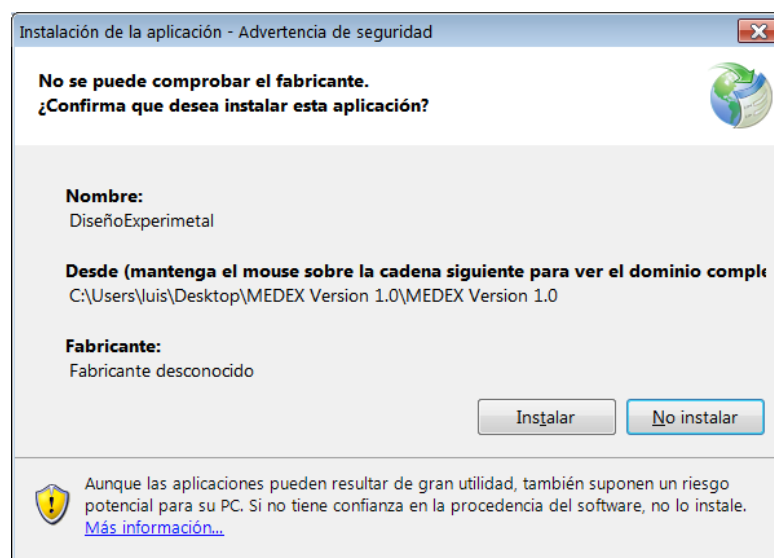
1. Copiar y pegar la aplicación junto con la carpeta de los Ejercicios en una de las unidades del Equipo:
Unidad de almacenamiento “C:” o “D:”



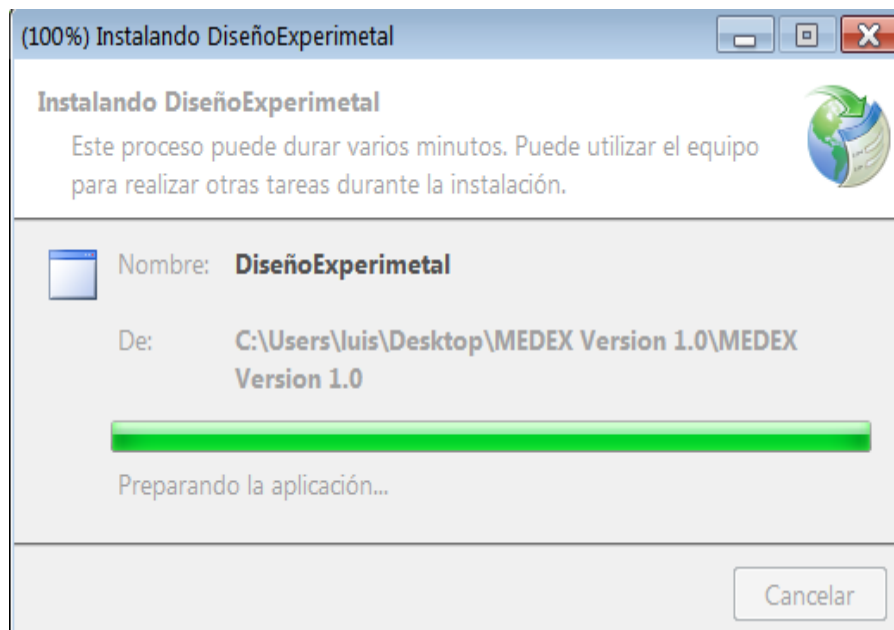
2. Seguidamente proceder a abrir la carpeta llamada **SEDEX Versión 1.0** donde se visualizara los siguientes archivos.



3. A continuación hacer doble click en el icono de *setup.exe* y posteriormente aparecerá la siguiente ventana.



4. Seguidamente dar click en *Instalar* y el programa comenzara su respectiva instalación.



5. Después de haber terminado el proceso de instalación automáticamente se ejecutara el Sistema **SEDEX 1.0** y se podrá observar el software en ejecución.



6. Para un acceso rápido al software instalado se puede ejecutar haciendo click en el acceso directo *Sedex Versión 1.0*.generado al momento de la instalación.



7. Ahora vivirá la experiencia de utilizar **SEDEX**.

